

Desenvolupament d'un producte per facilitar l'aprenentatge dels infants amb ceguesa de naixement

—



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Autor: Dídac Martínez Torrent
Titulació: Enginyeria de Disseny Industrial i
Desenvolupament del Producte
Tutor: José Luís Lapaz Castillo
Convocatòria: Juny 2019

Índex

0. INTRODUCCIÓ	6
0.1. Descripció del projecte	7
0.2. Planificació.....	8
1. FASE D'INVESTIGACIÓ	9
1.1. L'ull i la visió	10
1.1.1. L'ull.....	10
1.1.2. Les parts de l'ull.....	10
1.1.3. La visió	12
1.2. La ceguesa.....	14
1.2.1. Què és la ceguesa?	14
1.2.2. Tipus de ceguesa.....	14
1.2.3. Causes principals de la deficiència visual.....	15
1.2.4. Dades sobre la ceguesa.....	17
1.2.5. La ceguesa infantil.....	22
1.3. L'ONCE	23
1.3.1. L'organització.....	23
1.3.2. Serveis Socials.....	24
1.4. Eines per a la gent cega.....	28
1.4.1. Accessibilitat en l'entorn.....	28
1.4.2. Eines d'ús personal.....	29
1.5. Aplicacions de la impressió 3D	34
1.5.1. Projecte 1: <i>Touchable Memories</i>	34
1.5.2. Projecte 2: <i>Tactile Picture Books Project</i>	35
1.5.3. Projecte 3: <i>Unseen Art</i>	36
1.5.4. Projecte 4: <i>The 3D Printable Braille Typeface Project</i>	36
1.5.5. Projecte 5: <i>In Utero 3D</i>	38
1.6. L'entrevista.....	39
1.6.1. El Centre de Recursos Educatius.....	39
1.6.2. El catàleg del CTI.....	40
1.6.3. Les persones cegues	40
1.6.4. Els infants amb ceguesa.....	41

1.6.5. La impressió 3D.....	41
1.7. Proposta de valor.....	42
2. FASE D'IDEACIÓ	43
2.1. Primeres idees	44
2.1.1. Propostes principals.....	44
2.1.2. Ponderació de les idees.....	48
2.1.3. Resultats.....	50
2.2. Legislació, normatives i assajos	51
2.2.1. Legislació publicada al BOE.....	51
2.2.2. Normativa d'accessibilitat universal.....	52
2.2.3. Assajos.....	53
2.3. Puzzle 3D: Alternatives.....	54
3. FASE DE DESENVOLUPAMENT	56
3.1. Materials	57
3.2. Electrònica.....	60
3.3. Unions i muntatges.....	61
3.4. Tecnologies i processos.....	62
3.4.1. Tecnologies utilitzades	62
3.4.2. Processos de fabricació i assemblatges	63
3.5. Anàlisi ambiental	64
3.6. Imatges renderitzades	65
4. COMUNICACIÓ DEL PRODUCTE	66
4.1. Branding	67
4.1.1. Nom comercial.....	67
4.1.2. Logotip.....	68
4.2. Catàleg.....	71
4.3. Web - Xarxa	74
5. FASE DE PROTOTIPATGE	75
5.1. Materials pel prototip.....	76
5.2. Base	77
5.3. Peces.....	79

5.4. Puzzle	82
5.5. Imatges del prototip sencer	85
5.6. Costos de producció	87
 6. CONCLUSIONS DEL TREBALL	89
6.1. Futures vies	90
6.2. Anàlisi de resultats	91
 7. WEBGRAFIA I REFERÈNCIES	92
7.1. Webgrafia	93
7.2. Índex de referències	99

0.

Introducció

—

0.1. Descripció del projecte

Avui en dia, el disseny i la tecnologia van molt agafats de la mà a les nostres vides. Cada dia apareixen nous productes, amb noves qualitats i noves funcions, amb millors dissenys i materials, i aquests poden arribar arreu del món en qüestió de minuts. No obstant, molts cops, aquests productes atractius creen dificultats en la usabilitat a alguns col·lectius que, malauradament, no es tenen en compte en el procés de creació.

L'obligació de qualsevol dissenyador o enginyer de disseny industrial és fer productes que segueixin la normativa d'accessibilitat universal, que integrin i no que excloguin, que siguin inclusivament amb tots els públics i que millorin les vides dels seus usuaris. Només pensant d'aquesta forma es pot obtenir un bon disseny.

En aquest projecte ens hem volgut centrar en un col·lectiu en concret, les persones cegues o amb problemes de visió i, més concretament, en els infants. La infantesa és una etapa fonamental en l'aprenentatge de les persones. Actualment hi ha molts recursos pels infants: jocs interactius, contes educatius, joguines STEM (que treballen ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques), etc. Tots aquests productes participen molt en el creixement dels infants i els ajuden a desenvolupar-se. La problemàtica es troba en què, tot i existir una gran oferta de productes, n'hi ha molts que no són aptes pels infants amb ceguesa i per tant no tenen gran varietat de productes a escollir.

L'objectiu principal del treball ha estat doncs dissenyar un producte que col·laborés a millorar l'aprenentatge d'aquests infants i que els pogués oferir un entrenament amb l'objectiu de potenciar els altres sentits dels que disposen ja des de petits. De la mateixa manera, també s'ha tingut sempre en ment l'objectiu que fos un producte que no estigués dissenyat només per ser utilitzat per infants cecs sinó que qualsevol infant el pogués fer servir d'una o altra forma, reforçant així la inclusió del col·lectiu.

Per poder obtenir un producte en condicions i que sigui apte per les persones cegues, haurem d'aprendre què significa ser cec, quines dificultats presenta i quines qualitats es poden desenvolupar entre d'altres. Respondrem aquestes preguntes fent una recerca potent i contactant amb l'ONCE, l'organització més important per gent amb ceguesa de tot Espanya, per tal que ens puguin dir de primera mà com encarar el projecte.

Finalment també hem volgut que la impressió 3D també tingués un paper important en aquest treball ja que considerem que aquesta tindrà un paper molt important a les nostres vides en un futur molt proper i, a la vegada, obre un món de possibilitats encara inimaginable. A més, avui en dia ja s'estan estudiant les aplicacions que aquest mètode de modelatge pot tenir en el context d'ajudes per a la gent amb ceguesa i és una bona oportunitat per col·laborar-hi.

La motivació personal d'aquest projecte es fonamenta en el fet d'aconseguir crear un producte que no només sigui útil i amb un bon disseny, sinó que a més pugui ajudar a les persones cegues i millorar els seus primers anys de vida (que solen ser els més complicats per a elles).

0.2. Planificació

El període de temps per la realització d'aquest treball ha estat d'aproximadament quatre mesos. A l'inici del quadrimestre es va realitzar un diagrama de *Gantt* amb la distribució òptima de les diferents parts del treball i amb la durada que havien de tenir. No obstant, a mesura que va avançant el temps molts cops és difícil complir amb els terminis establerts ja que en un treball així d'extens intervenen molts factors.

Finalment, la part d'investigació es va començar més tard del previst i aquesta es va veure allargada en el temps més de l'esperat ja que una part fonamental n'era l'entrevista a alguna persona de l'ONCE, que va ser concedida pel dia 26 d'abril. Al ser un punt tan clau per la continuació del treball i per encarar la proposta de valor, no es va poder començar amb la fase d'ideació fins més tard.

A partir d'aquí sí que s'han anat complint les fases amb més celeritat però tot i així sense haver de deixar fora apartats importants. Hem pogut realitzar una part important de comunicació del producte i el prototip s'ha pogut fer per complet. Aquest ha estat el *Gantt* definitiu, amb els temps reals:

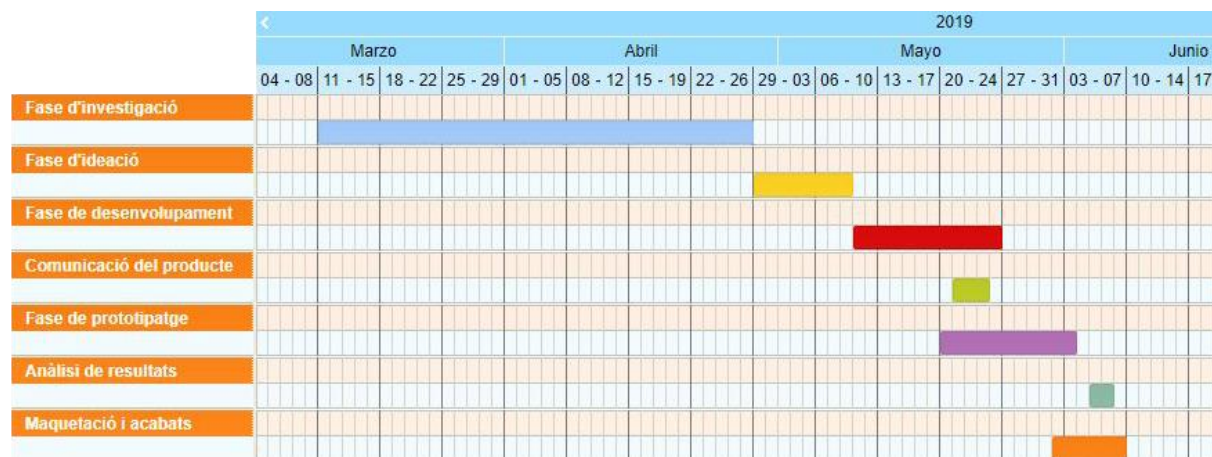


Figura 1: Diagrama de Gantt

1.

Fase d'investigació

—

1.1. L'ull i la visió

Per poder fer un anàlisi amb profunditat de la ceguesa és necessari tenir una base teòrica sòlida pel que fa a les funcions de l'òrgan biològic afectat en aquesta discapacitat visual. Així doncs, a continuació farem una breu descripció de què és l'ull, quines són les seves parts, les funcions de cada una d'elles i, finalment, com funciona la visió, és a dir, què és el que ens fa percebre les imatges i els colors que veiem.

1.1.1. L'ull

L'ull és un òrgan biològic del sistema sensorial que crea el sentit de la vista. Està compost d'un sistema que permet detectar els canvis de llum i transformar-los en impulsos neuronals pel cervell. Els éssers humans, a l'igual que la majoria d'organismes complexos, disposem de dos ulls. Quan els dos ulls es troben en un mateix pla es parla de visió binocular, que permet definir l'entorn de forma tridimensional, al contrari que la visió monocular, d'on s'obtenen imatges separades de cada un dels ulls i per tant no es crea la sensació de profunditat.

1.1.2. Les parts de l'ull

L'ull està compost per diverses parts, cadascuna amb la seva funció concreta. Per començar a definir-les abans dividirem l'òrgan en dues parts: part externa i part interna. La part externa és aquella que és visible quan es mira a la cara a qualsevol ésser humà i la part interna està composta de tots els altres elements que no es poden veure a primera vista.

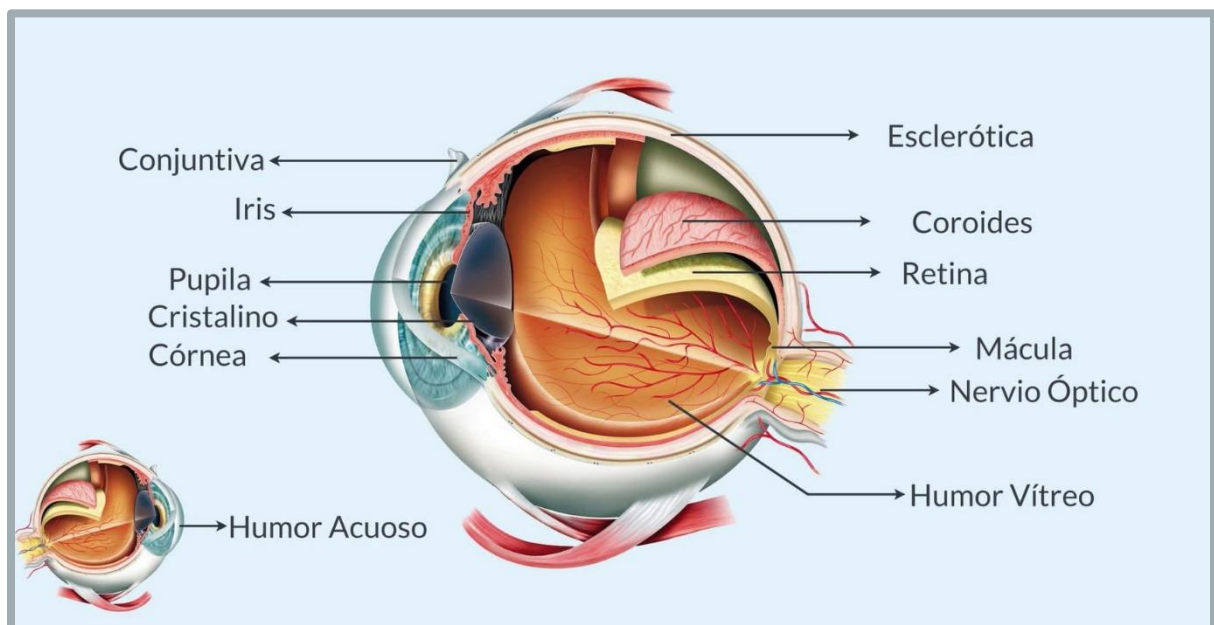


Figura 2: Parts de l'ull

Elements de la part externa

- **Còrnia:** És l'element transparent i hemisfèric que es troba a la part més externa de l'ull i que permet el pas de la llum a la vegada que protegeix a l'iris i al cristal·lí.
- **Iris:** És la membrana de color i amb forma circular situada després de la còrnia (d'exterior a interior) que permet graduar la quantitat de llum que ha d'entrar a la càmera interior de l'ull mitjançant l'obertura central, anomenada pupil·la. Aquesta obertura està formada per dos músculs: el múscul esfínter que fa que la pupil·la es faci petita (altrament dit miosi) i el múscul dilatador, que permet que es faci més gran (midriasi).

El color de l'iris ve determinat genèticament i varia en funció de la quantitat i la distribució de les cèl·lules que contenen la melanina (pigment), anomenades melanòcits.

- **Pupil·la:** És l'obertura central de l'iris que gradua la quantitat que penetra a l'interior de l'ull.
- **Cristal·lí:** És una estructura situada a l'interior de l'ull, just després de l'iris, que té forma de lent convexa i la funció de la qual és permetre enfocar objectes situats a distàncies diferents. Això ho fa variant la curvatura i el gruix de la mateixa, procés que s'anomena *acomodació*.

A mesura que l'individu avança en edat, el procés d'enfocament és cada cop més complicat per aquest òrgan, que s'endureix i produeix el que es coneix com presbícia o vista cansada.

- **Conjuntiva:** És la capa mucosa que envolta tot el glòbul ocular i que ajuda a protegir i lubricar la superfície de l'ull.
- **Humor aquós:** És un líquid situat al voltant de l'iris que proporciona nutrients i oxigen a la còrnia.

Elements de la part interna

- **Escleròtica:** Aquesta part de l'ull realment es situa al voltant de tot l'òrgan i és la capa blanca i gruixuda que envolta tot l'ull, protegint-ne les parts internes i donant-li forma.
- **Coroide:** És una membrana formada per vasos sanguinis i teixit conjuntiu, de pigmentació fosca, que es situa entre l'escleròtica i la retina. La funció d'aquesta capa és que la llum que penetra dins l'ull no reboti indefinidament per dins d'aquest.
- **Màcula:** És la zona de l'ull que ens dona la visió fina dels detalls i que conté únicament cons, tot i que en una quantitat molt elevada. Ens permet llegir i veure coses amb definició.

- **Retina:** És un teixit sensible a la llum que es situa a continuació de la coroide, a la superfície interna de l'ull. L'estructura interna del teixit es basa fonamentalment de neurones connectades entre elles mitjançant la sinapsi¹,

La llum que incideix en el teixit es tradueix en impulsos nerviosos que són enviats al cervell a través del nervi òptic. Els encarregats de captar la llum, per això, són els bastons i els cons. Cada ésser humà té 120 milions de bastons, que proporcionen els colors blanc i negre i funcionen en situacions de baixa lluminositat, i 6,5 milions de cons, que són els que proporcionen la visió en colors i funcionen amb molta lluminositat.

- **Humor vitri:** És un líquid gelatinós que emplaça l'espai entre el cristal·lí i la retina. Està format gairebé completament d'aigua (99,98%) i ocupa $\frac{4}{5}$ parts del volum total de l'ull. La seva funció és donar forma a l'ull i protegir-lo d'impactes i danys externs.
- **Nervi òptic:** Són les fibres nervioses encarregades de transportar la informació rebuda per la retina fins a la part posterior del cervell, zona on es processen les imatges captades.

1.1.3. La visió

La visió és un dels principals sentits del sistema sensorial dels éssers vius. Es coneix com a visió la capacitat d'interpretar l'entorn en base als raigs de llum que rep l'ull. El funcionament del sistema a l'hora d'interpretar els raigs de llum és el següent:

En primer lloc, la llum que emeten els elements del nostre entorn penetra a la còrnia i aquesta la refracta cap al cristal·lí. La llum que arriba al cristal·lí estarà definida per la pupila que, com ja hem comentat prèviament, serà més ample o més estreta segons la quantitat de llum que rebi l'iris (en casos de poca lluminositat, la pupila serà més ampla per poder captar el màxim d'informació, i en casos de molta lluminositat serà a l'inversa).

A continuació, el cristal·lí refracta un altre cop la llum que li arriba fins a la retina. L'angle de refracció, en aquest cas, no és sempre fix com passa a la còrnia, que té una convexitat definida. El cristal·lí el que fa és adaptar la seva pròpia convexitat segons la distància a la que estan els elements de l'entorn. Si els elements estan lluny la convexitat serà menor que no pas si estan a prop, on aquesta serà més accentuada. Així doncs, després del procés d'adaptació del cristal·lí la llum arriba a la retina.

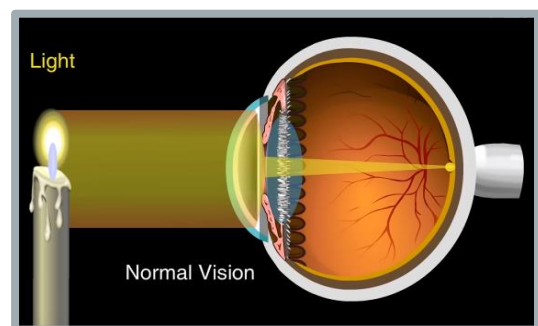


Figura 3: Llum incidint a l'ull

¹ Aproximació intracel·lular generalment entre neurones on es du a terme la transmissió d'un impuls nerviós.

La retina és, finalment, la part de l'ull que té la funció de captar la llum mitjançant els cons i els bastons que, gràcies a la transmissió d'impulsos nerviosos, envien tota la informació captada al cervell a través del nervi òptic.

Tot aquest procés de refracció tant de la còrnia com del cristal·lí fa que la retina rebi la imatge de l'entorn a la inversa, és a dir, com si aquesta estigués voltejada verticalment. És al cervell, concretament al lòbul occipital, on les imatges es tornen a voltejar, fet que ens permet veure l'entorn en la posició correcta.

Les funcions del cervell relacionades amb la visió, però, no s'acaben aquí. Aquest també té la funció d'ajuntar les imatges independents creades pels dos ulls, obtenint així la perspectiva. També afegeix molts detalls que ens permeten veure formes complexes, moviment, profunditat i una gran quantitat de colors. A més a més, les connexions neuronals ens permeten identificar els elements que ja coneixem (per exemple: reconeixem un gos com a gos, no com a gat).

És per això que en la visió és igualment important l'ull com el lòbul occipital i, si algun dels dos es veu afectat per alguna raó, el més probable és que tota aquesta part del sistema sensorial es vegi afectada.

1.2. La ceguesa

La ceguesa és el tema principal d'aquest estudi i és per això que a continuació es farà una recerca de tota la base teòrica necessària per, posteriorment, poder desenvolupar un producte que encaixi amb els requeriments.

Un cop estudiat l'ull amb les seves diverses parts i el funcionament del sentit de la visió cal saber quins són els factors que fan que tot el procés que hem comentat, de vegades, es vegi afectat i no es pugui realitzar de forma correcta.

1.2.1. Què és la ceguesa?

La ceguesa és un tipus de diversitat funcional que afecta al sentit de la visió i que comporta una pèrdua parcial o total de la visió. No obstant, hi ha molts tipus diferents de ceguesa parcial depenent de l'element del sistema sensorial que es vegi afectat i depenent del grau i tipus de pèrdua de visió. Aquesta disminució de la capacitat visual, a més a més, no es pot compensar totalment amb lents o ulleres en molts casos.

El rang de causes que poden provocar la pèrdua de visió és summament elevat tot i que, segons l'Organització Mundial de la Salut, s'estima que el 80% de la discapacitat visual es pot prevenir o curar amb tractament. Tot i això, la ceguesa que comporta la pèrdua total de la visió no es pot tractar.

1.2.2. Tipus de ceguesa

Podem dividir la ceguesa en quatre grups i segons el grau d'afectació (de menor a major):

- **Persones amb limitacions visuals:** Són les que necessiten d'ajuda externa per poder veure-hi correctament. Un exemple d'aquest grup podrien ser la gent que necessita lents per poder veure-hi bé o les persones que amb baixa il·luminació no acaben de definir bé els elements.
- **Persones amb baixa visió:** Aquest grup està definit per les persones que segueixen mantenint una visió suficient com per orientar-se però la vista dels quals no es pot corregir amb lents ni amb operacions. Tenen dificultat per realitzar segons quina feina del dia a dia i per això han d'aprendre procediments tàctils per augmentar els seus coneixements.
- **Persones amb ceguesa parcial:** Les persones amb ceguesa parcial són aquelles que mantenen una certa capacitat visual però no poden reconèixer l'entorn tal i com és. Son capaces de detectar canvis de llum, contorns i alguns colors tot i que sense gaire definició.
- **Persones amb ceguesa total:** Són aquelles persones que tenen total manca de visió i que per tant no són capaces de detectar res a través d'aquest sentit.

En alguns casos sí que poden percebre llum i això els ajuda a moure's i a orientar-se en l'entorn. Així doncs, les persones que tenen aquesta diversitat funcional han de desenvolupar altres qualitats en els altres sentits per compensar, dins del possible, la falta total de visió.

1.2.3. Causes principals de la deficiència visual

És important també saber quines són les causes principals que provoquen ceguesa per així veure'n l'origen i les afectacions de cada una. Així doncs, veurem de quines es tracten i quin és el mètode principal de tractar-les (en cas que sigui possible). Les principals causes de ceguesa són:

- **Errors de refracció no corregits:** Correspon als errors de refracció tant de la còrnia com del cristal·lí que fan que la llum no incideixi directament a la retina. Aquests errors són els que el solen poder corregir amb lents, ulleres o operacions a la còrnia.
- **Cataractes:** És una malaltia que provoca una opacitat al cristal·lí que a la vegada fa que la llum que hi incideix es dispersi per tot l'interior de l'ull, sense enfocar a la retina i per tant que es creïn imatges difuses. És la causa més comú de ceguesa tractable i sol aparèixer en el gran nombre de casos amb l'edat. No obstant, també pot aparèixer degut a una inflamació provinent d'un trauma, per culpa de la incisió a l'ull de raigs UV, per l'ús de drogues com el tabac, per alguns medicaments i també per transmissió genètica (congenita).

Aquesta malaltia es tracta mitjançant una operació on s'introdueix una lent intraocular al cristal·lí. Tot i haver-hi millores en el 90% dels casos alguns cops els canvis són poc significatius en els pacients.

- **Degeneració macular relacionada amb l'edat:** Tal i com hem comentat a la fase de descripció de les parts de l'ull, la màcula és la capa que ens proporciona l'agudesia visual i la detecció dels detalls. Amb l'edat, aquesta capa es va deteriorant i fa que es comencin a veure les imatges borroses i amb poca definició.

La degeneració de la màcula és difícilment tractable tot i que des de fa pocs anys s'han trobat diferents fàrmacs que, injectant-los a l'humor vitri, poden corregir-la parcialment.

- **Glaucoma:** És una malaltia que es caracteritza per la pujada de la pressió intraocular, la falta de drenatge de l'humor aquós i, com a conseqüència, una pèrdua progressiva de les fibres nervioses del nervi òptic, anomenada neuropatia òptica.

Dins aquesta malaltia, podem separar-la en dos formes principals: glaucoma d'angle obert i glaucoma d'angle tancat. En la primera, que és la més comú, no hi ha símptomes aparents però la visió es va deteriorant progressivament.

En la segona forma, sí que hi ha símptomes tals com dolor intens, enrogiment de l'ull, dilatació de la pupila, nàusees i vòmits. En aquest cas sí que s'ha de tractar d'urgència.

Quant al tractament d'aquesta deficiència visual, generalment es fa mitjançant fàrmacs en forma de col·liris que redueixen la pressió intraocular tot i que també es fa servir la cirurgia làser o en algun cas la marihuana terapèutica, que s'ha demostrat que també en redueix la pressió.

- **Retinopatia diabètica:** És una complicació de la malaltia de la diabetis que provoca un deteriorament i dilatació dels vasos sanguinis que conté la retina. Si la malaltia avança, es creen nous vasos sanguinis per compensar la falta de circulació d'oxigen dels antics, però aquests són més febles i també creixen a altres parts de l'ull. Poden arribar a bloquejar la circulació de l'humor aquós, creant així un glaucoma neovascular.

Tot i tenir un tractament complicat, una gran quantitat de pacients que pateixen aquesta malaltia de forma avançada poden seguir veient-hi sempre i quan no s'hagi fet malbé la retina.

- **Opacitat de la còrnia:** Es dona quan la còrnia perd la seva transparència. Pot ser causat per alguna infecció, per una cremada, per l'ús seguit de lents de contacte o d'altres.

El tractament d'aquesta opacitat sol ser fàcil i basat en fàrmacs ingerits o en forma de col·liris. També es pot contemplar la cirurgia per eliminar el teixit de cicatrització de la superfície.

- **Tracoma:** Consisteix en una inflamació de la conjuntiva (capa mucosa que envolta el glòbul ocular) produïda per culpa d'un bacteri anomenat *Chlamydia trachomatis* que es pot contagiar per contacte directe amb la persona que la porta o a través de secrecions de la persona infectada. Aquesta malaltia provoca enrogiment i irritació de l'ull i el llagrimall.

El tracoma es pot tractar a base d'antibiòtics donat que és un bacteri. En el cas de no ésser tractat correctament, pot provocar la ceguesa total i l'esquinçament de la còrnia.

Actualment i segons l'OMS, és la principal causa de ceguesa per infecció arreu del món. Es calcula que el 2016, aproximadament 86 milions de persones van haver de ser tractats amb antibiòtics per l'afectació d'aquest bacteri i que a hores d'ara hi ha al voltant de 1,9 milions de persones cegues per aquest motiu.

Pel que fa a la localització del bacteri, es concentra sobretot a Àfrica (83 dels 86 milions de tractaments amb antibiòtics del 2016 varen ser allà) tot i que també es troba a zones d'Àsia i Amèrica Central.

- **Uveïtis:** Aquesta malaltia es deu a una inflamació de l'úvea, una capa que hi ha entre l'escleròtica i la retina. Aquesta està formada per tres elements: l'iris, el cos ciliar (encarregat de la producció d'humor aquós i de l'adaptació del cristal·lí per enfocar) i la coroide. Sol provocar un fort enroigiment de l'ull amb dolor (moderat o intens depenent del cas) i una disminució de l'agudesia visual, creant així una visió borrosa amb taques flotants.

Els tractaments són molt diversos depenent del cas i de l'afectació, però si no es tracta sí que pot desembocar en altres malalties tals com el glaucoma o les cataractes prèviament comentades.

- **Despreniment de retina:** Aquesta malaltia consisteix en la separació de la retina de les altres capes que produeix una mancança de reg sanguini. El grau de ceguesa depèn de la proporció de retina que s'ha arribat a separar.

1.2.4. Dades sobre la ceguesa

Segons l'OMS, al voltant de 1300 milions de persones al món tenen algun impediment visual (de les quatre categories que hem comentat anteriorment). Les persones amb ceguesa total, en aquest cas, són un total de 36 milions que, tot i ser un nombre molt més reduït que l'anterior, segueix essent una molt alta quantitat de persones.

Aquestes dades es recullen a l'informe *Global Data on Visual Impairments 2010*, per tant no són dades actuals. No obstant, agafarem aquestes dades com a bones suposant que no hi ha hagut cap canvi en la població que les hagi pogut variar radicalment.

Ceguesa segons l'edat

EDAT (anys)	Població en milions	Ceguesa total en milions	Baixa visió en milions	Deficiència visual en milions
0-14	1.848,5	1,42	17,52	18,94
15-49	3.548,2	5,78	74,46	80,25
Més de 50	1.340,8	32,16	154,04	186,20
TOTAL	6.737,5	39,36	246,02	285,39

Taula 1: Ceguesa segons l'edat

Com podem observar, la taula ens mostra per una part el nombre de persones de la població total del món que tenen deficiència visual, baixa visió i ceguesa total (en milions) i, per l'altra part, fa una divisió entre tres rangs d'edats: de 0 a 14 anys, que es podria considerar com el col·lectiu d'infants; de 15 a 49, corresponent als adults i el rang que va de 50 en endavant, que es consideraria com a gent gran.

Primer de tot, tal i com mostren els números totals, els casos de deficiència i baixa visió són àmpliament majoritaris pel que fa a les diversitats funcionals relacionades amb el sentit de la visió. Ambdós grups sumen un total de 530 milions de persones afectades aproximadament, corresponen a un 8% de la població mundial.

D'altra banda però, també hi ha els casos de ceguesa total, que el 2010 corresponien a un total de 39 milions de persones afectades, essent així un 0,6% de la població mundial. Certament és un número molt més reduït que els altres col·lectius esmentats, però no deixa de ser una població notable (poc menys que la població total d'Espanya, que són 46 milions) i a tenir en consideració.

Quant als rangs d'edats, podem veure com la gent gran, tot i ser el col·lectiu amb menys població dels tres de la taula (1.340 milions de persones davant dels 3.548 milions d'adults o 1.848 milions d'infants), és on els casos es multipliquen i arriben a xifres molt més altres que en els altres rangs. En els casos de deficiència visual i de baixa visió el nombre de casos suposa el doble que els dos rangs d'edats anteriors. D'altra banda, pel que fa als casos de ceguesa total, es pot veure com el rang de gent gran multiplica gairebé per 5 el nombre de casos en edats anteriors.

Amb tot això es pot concloure com la degeneració dels òrgans lligada amb l'edat comporta un fort augment dels casos de deficiència visual a nivell mundial i que, per tant, l'edat és un factor que contribueix fortament en l'aparició de les malalties comentades prèviament que afecten a la visió

Ceguesa segons la regió



Figura 4: Mapa de regions

REGIÓ	Població total Núm. en milions i (percentatge)	Ceguesa total Núm. en milions i (percentatge)	Baixa visió Núm. en milions i (percentatge)	Deficiència visual Núm. en milions i (percentatge)
Àfrica	804,9 (11,9%)	5,89 (15%)	20,41 (8,3%)	26,30 (9,2%)
Amèriques	915,4 (13,6%)	3,21 (8%)	23,40 (9,5%)	26,61 (9,3%)

REGIÓ	Població total Núm. en milions i (percentatge)	Ceguesa total Núm. en milions i (percentatge)	Baixa visió Núm. en milions i (percentatge)	Deficiència visual Núm. en milions i (percentatge)
Est del Mediterrani	580,2 (8,6%)	4,92 (12,5%)	18,58 (7,6%)	23,50 (8,2%)
Europa	889,2 (13,2%)	2,71 (7%)	25,50 (10,4%)	28,22 (9,9%)
Sud-Est d'Àsia (sense Índia)	579,1 (8,6%)	3,97 (10,1%)	23,94 (9,7%)	27,91 (9,8%)
Oest del Pacífic (sense Xina)	442,3 (6,6%)	2,34 (6%)	12,39 (5%)	14,72 (5,2%)
Índia	1181,4 (17,5%)	8,08 (20,5%)	54,54 (22,2%)	62,62 (21,9%)
Xina	1344,9 (20%)	8,25 (20,9%)	67,26 (27,3%)	75,51 (26,5%)
TOTAL	6.737,5 (100%)	39,36 (100%)	246,02 (100%)	285,39 (100%)

Taula 2: Ceguesa segons la regió

En aquesta segona taula hi podem veure les dades sobre el nombre de casos de deficiència visual, baixa visió i ceguesa total però en aquest cas dividits per regions i no pas per edats. Això ens permet observar quins són els indrets més afectats ja sigui per qüestions demogràfiques, genètiques, higièniques, etc.

En primer lloc cal destacar com, generalment, la proporció de població respecte el total de cada regió coincideix bastant amb el percentatge d'afectats, amb algunes excepcions que sí que es desvien més.

D'altra banda, podem veure com l'Índia i la Xina, que suposen un 37,5% de la població mundial, són els països on es concentren pràcticament la meitat de casos d'afectacions visuals: suposen un 48,4% del total de casos de deficiència visual, el 49,5% de casos de baixa visió i el 41,4% de casos de ceguesa total, aquest tercer una mica més baix donat que Àfrica concentra també un alt percentatge (15% del total), seguit dels països de l'Est del Mediterrani (12,5%) i del Sud-Est d'Àsia (10,1%)

En altres casos, per això, els percentatges relatius són a la inversa, més baixos que la proporció de població de les regions. Això passa sobretot a Europa i les Amèriques. Per exemple, Europa, tot i equivaldre a un 13,2% del total de població mundial, només té un 7% del total de casos de ceguesa total, a l'igual que les Amèriques, que essent un 13,6% de la població mundial en tenen un 8%, de casos.

Aquestes dades donen molta informació sobre els tipus de llocs on afecten majoritàriament les malalties de visió. Segurament, els llocs on hi ha molta densitat de població, llocs on les condicions higièniques no són les idònies, llocs on les ajudes mèdiques són més reduïdes, o les condicions de vida són més complicades, són llocs que es veuen més afectats per aquests tipus de disfuncionalitats i també llocs on la propagació és més fàcil.

Causas de la deficiència visual

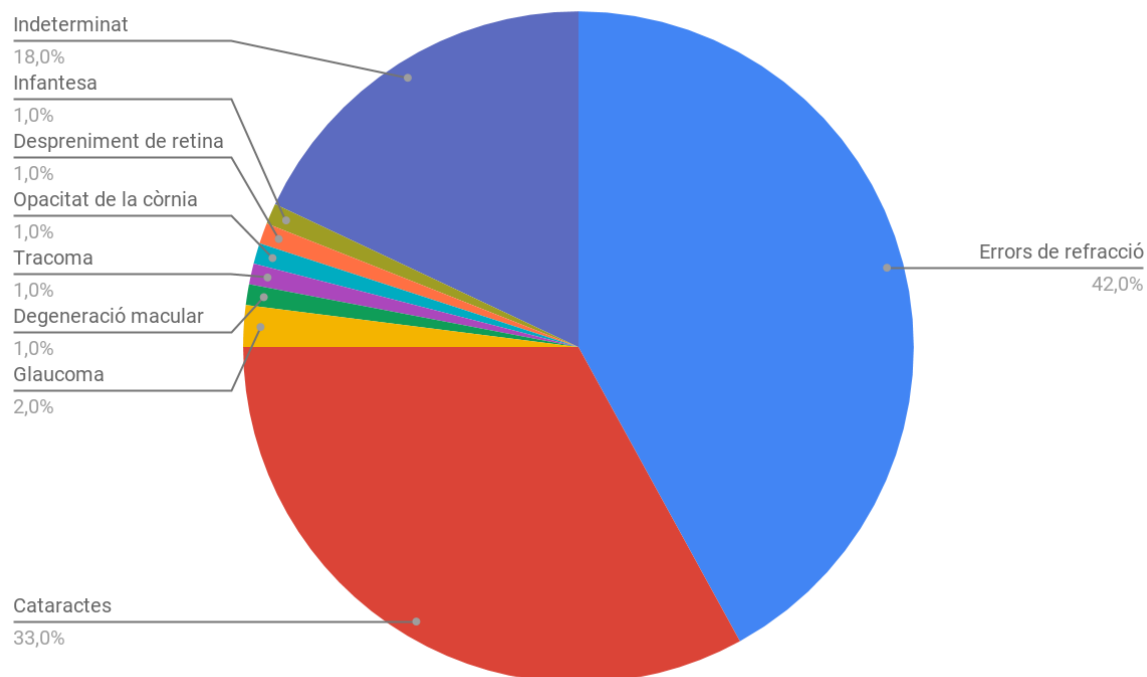


Figura 5: Causes de deficiència visual

En aquest gràfic es mostren les diverses causes de les deficiències visuals. Com podem apreciar sense cap dificultat, les dues causes principals són els errors de refracció, que provoquen visió borrosa i es solucionen amb ulleres o lents de contacte (o amb operació) i les cataractes que, com ja hem comentat prèviament consisteixen en una opacitat del cristal·lí (molts cops relacionada amb l'edat) i això provoca la refracció de la llum difuminada per tot l'ull i no pas concentrada a la retina. També hi ha diverses maneres de tractar-les.

Tal i com s'observa, hi ha un alt percentatge que es refereix a causes indeterminades, concretament el 18%. No obstant, el 7% restant són les malalties comuns de les quals hem parlat anteriorment, a més de l'1% que correspon a causes relacionades amb la infantesa, de les que en parlarem més endavant.

Causas de la ceguesa total

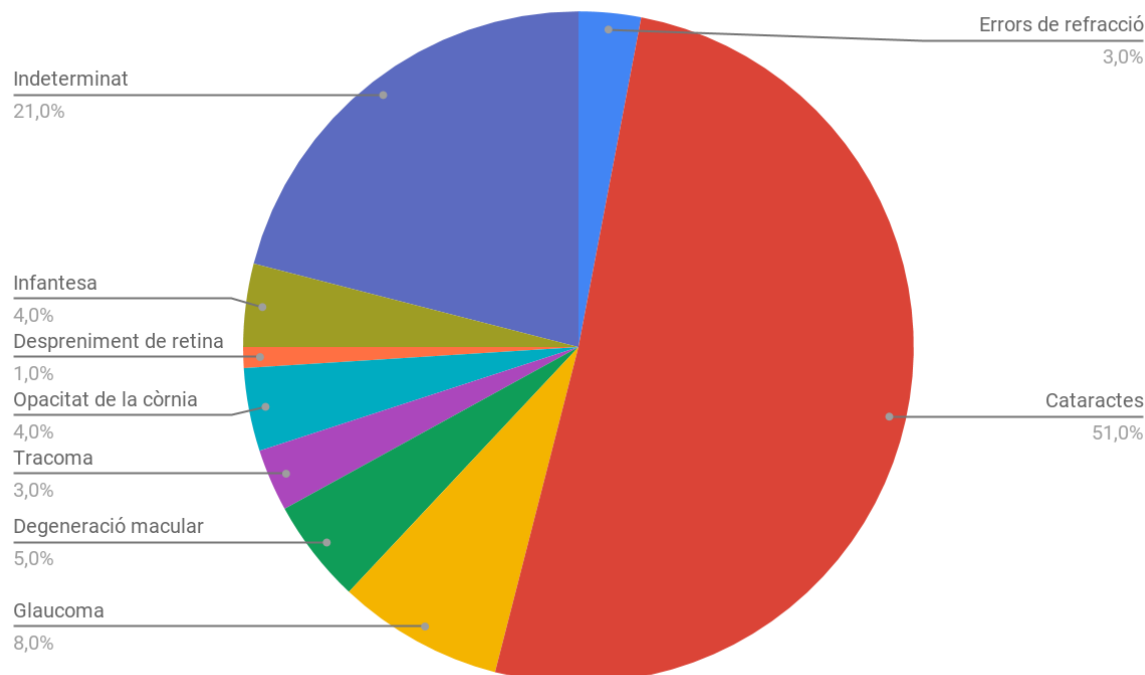


Figura 6: Causes de la ceguesa total

Per concloure aquest apartat de dades, tenim el gràfic dels percentatges de les diferents causes que provoquen la ceguesa total. Així doncs, tal i com s'observa, la causa principal, i amb molta diferència de la ceguesa total, són les cataractes, amb un 51% del total, que tot i ser una malaltia tractable, hi ha molts països que no disposen de recursos suficients com per abastir tota la gent que la pateix. Les cataractes sense tractar, com ja hem dit, provoquen una ceguesa total donat que el cristal·lí es torna completament opac.

Deixant de banda el 21% de causes indeterminades (que tot i ser un percentatge molt alt no el podem analitzar ja que no hi ha dades), la segona causa principal és el glaucoma, amb el 8% del total, seguida de la degeneració macular relacionada amb l'edat, amb el 5%. La causa menys comú de ceguesa total seria doncs el despreniment de la retina, que només suposaria un 1% dels casos totals.

D'altra banda, i per concloure, podem veure com en aquest cas la causa de ceguesa total relacionada amb la infantesa és més elevada, pujant així al 4%.

1.2.5. La ceguesa infantil

Es refereix a ceguesa infantil el conjunt de malalties o afeccions que es produeixen a infants o a l'inici de l'adolescència que, si es mantenen sense tractar adequadament, poden acabar provocant ceguesa total o discapacitat visual greu.

Pel que fa a la magnitud d'aquesta causa de ceguesa es pot dir que varia molt segons el tipus de regió donat que depèn molt del desenvolupament socioeconòmic del lloc i la disponibilitat de cures primàries de salut i atenció oftalmològica. A països amb menys ingressos es troben 1,5 casos de cada 1.000. No obstant, en països amb més ingressos aquest número es redueix i s'hi poden trobar 0,3 casos de cada 1.000. Així doncs, amb aquestes relacions es calcula que hi ha un total de 1,4 milions de casos de ceguesa infantil arreu del món, tot i que tres quartes parts d'aquest total es situen a les regions més pobres d'Àfrica i Àsia.

Quant a les causes d'aquestes disfuncionalitats també varien segons la regió. En aquest cas, en països amb més ingressos la ceguesa infantil es sol produir degut a lesions del nervi òptic i de les vies visuals superiors mentre que a països amb menys ingressos les causes solen ser cicatrius a la còrnia pel xarampió, la deficiència de la vitamina A, l'ús de cures oculars tradicionals que són nocives i cataractes per rubèola. Altres causes que també poden afectar arreu del món poden ser anormalitats congènites, com cataractes, glaucoma i distròfies de retina heretades.

L'aprenentatge

L'aprenentatge dels infants amb ceguesa de naixement s'ha de basar amb estimulacions de la sensibilitat cutània, la capacitat de tacte i l'audició, donat que el sentit de la visió no pot aportar cap mena d'informació de base. En el cas de l'oïda, per exemple, permet a l'infant diferenciar sons, localitzar i detectar obstacles i també identificar persones i objectes. Sobretot en els primers mesos de vida és molt important que els responsables de l'infant segueixin les següents pautes:

- Han de fomentar l'exploració per part de l'infant de les diferents parts del seu cos.
- No han d'impedir el moviment de l'infant per por a que aquest pugui caure.
- Han de fomentar els comportaments preverbals tals com els riures i els plors.
- Han d'estimular l'exploració de l'entorn assignant paraules als objectes que l'infant toqui, senti, olori...
- Han d'ajudar l'infant a realitzar les accions del dia a dia com pot ser agafar el biberó, el xumet, etc.

No obstant, les diferències sobre les capacitats cognitives dels infants amb ceguesa de naixement es solen veure amb més claredat a partir dels 4 mesos degut a que els passos que solen seguir els infants sense disfuncionalitat visual es realitzen abans que els que sí que en tenen. Per exemple, un infant amb ceguesa comença a gatejar entre els 12 i 13 mesos mentre que un que no en tingui ho fa normalment entre els 6 i els 8 mesos. L'aprenentatge doncs, en infants cecs, és un punt fonamental pel seu desenvolupament.

1.3. L'ONCE

ONCE o Organització Nacional de Cecs Espanyols és la fundació més important del país pel que fa al col·lectiu de persones amb ceguesa. Al llarg de la seva història s'ha encarregat de dur a terme moltes labors socials per la integració i l'educació de la gent amb disfuncionalitats visuals, a més d'organitzar loteries i jocs per recaptar diners per aquest col·lectiu.

Aquesta organització és un Corporació de Dret Públic de caràcter social i per tant el control i la supervisió de la mateixa del Govern de l'Estat mitjançant el Consell de Protectorat de l'ONCE, on hi participen diversos ministeris.

ONCE és un punt molt important pel que fa al desenvolupament del treball ja que s'encarreguen en bona part de gestionar els recursos d'educació i aprenentatge de les persones amb ceguesa i també de la inclusió social d'aquestes, per tant, l'anàlisi i el contacte amb aquesta formació serà clau per després poder desenvolupar un producte que sigui útil i que cobreixi necessitats.



Figura 7: Logotip ONCE

1.3.1. L'organització

L'ONCE va néixer l'any 1938 com a conseqüència de la creació de diversos grups de persones cegues que van posar en marxa els primers sorteigs de loteria per recaptar fons pel col·lectiu. Els diversos grups es van unir per crear l'organització que va posar en funcionament el cupó *procecs*, sortejat per primer cop el 1939. En aquesta època, amb l'inici de la dictadura, la gestió estava en mans de l'Administració de l'Estat i els sorteigs eren provincials.

A més a més de la venda del cupó, les persones cegues també aspiraven a la formació i desenvolupament en altres professions. Va ser als anys 60 quan es van crear els primers centres de formació per aquest col·lectiu (com l'Escola de Telefonia o el Centre de Formació Professional). També es van desenvolupar iniciatives culturals i biblioteques amb suport braille i sonor.

A partir del 1977, l'organització comença a negociar amb l'Administració una forma d'autogestionar-se i, el 1982, es celebren les primeres eleccions democràtiques de l'ONCE.



Figura 8: Primer cupó de l'ONCE

L'any 1983 ja s'havia legalitzat i despenalitzat el joc al país i el 1984 el sorteig de la ONCE passa a ser nacional. Amb la venda del primer *Cuponazo* el 1987, l'organització va tenir molt èxit i va poder crear més serveis socials per les persones cegues. De fet, el 1988 es crea la Fundació ONCE per la cooperació i inclusió social de les persones amb discapacitat, obrint la labor social a un sector molt més ampli, i el 1990 la Fundació ONCE del Gos Guia.

Els 90 van ser anys de creixement, també gràcies als jocs paralímpics del 92 que situen a una posició inqüestionable als atletes que hi participen i al moviment que hi ha darrere del col·lectiu.

Un any després, el 1993, l'ONCE crea la seva Corporació Empresarial, CEOSA, que pretén proporcionar treball a les persones cegues i amb discapacitat per demostrar a les empreses les seves capacitats. Aquesta corporació es transforma anys després (el 2014) en ILUNION. Seguidament i com a conseqüència d'una iniciativa solidària, apareix el 1998 la Fundació ONCE per la Solidaritat amb les Persones Cegues de l'Amèrica Llatina (FOAL), que actualment desenvolupa projectes encaminats a l'educació i la formació de 19 països d'aquesta regió.

A l'inici del segle XXI es caracteritza pel desenvolupament tecnològic i la fundació també posa dedicació en permetre l'accessibilitat a les persones cegues: telefonia mòbil adaptada, dispositiu parlants, etc. La tecnologia obre un nou món a la gent amb discapacitat a l'hora de comunicar-se. El 2007 també es crea una nova institució per a les persones sordcegues, la Fundació ONCE per l'Atenció a les Persones amb Sordceguesa.

Actualment, l'ONCE atén a un total de 70.000 persones cegues o amb discapacitat visual i es calcula que ha generat aproximadament 80.000 llocs de treball.

1.3.2. Serveis Socials

El caràcter principal de l'ONCE està basat en la millora de la qualitat de vida de les persones cegues o amb discapacitat visual greu mitjançant una gran quantitat de serveis socials, sempre posant per davant l'ànim d'inclusió social i impulsant l'autonomia personal d'aquestes.

A continuació descriurem diverses activitats i serveis que es duen a terme per tractar gran quantitat de temes importants per les persones cegues o amb discapacitat visual greu.

Autonomia personal

Des de l'ONCE es treballa perquè totes les persones amb ceguesa puguin tenir una autonomia personal completa tot i la limitació visual. Per això hi ha diverses propostes que afavoreixen aquesta autonomia:

- **Servei de Rehabilitació:** Té com a objectiu principal el fet de proporcionar a les persones amb discapacitat visual tècniques i estratègies que els permetin realitzar les activitats quotidianes.

Tot això es du a terme gràcies a una atenció personalitzada, una clara orientació a les activitats del dia a dia, l'entrenament per incorporar habilitats i estratègies, la potenciació dels altres sentits i, en el cas de persones que sí que tenen un percentatge de visió, l'optimització del funcionament visual (corresponent al 80% dels afiliats a l'ONCE).

- **Suport psicosocial:** Consisteix en l'acompanyament per part de professionals de psicologia en el camí d'adaptació de les persones cegues i les respectives famílies. En el cas d'infants, l'atenció és més específica en els pares i mares.
- **Gos guia:** La Fundació ONCE del Gos Guia s'encarrega de proporcionar gossos guia de forma gratuïta a les persones que el demanin i que siguin aptes per tenir-los. Els gossos guia són una gran ajuda gràcies a la seguretat i l'autonomia que proporciona en la mobilitat.
- **Tecnologies de la informació i la comunicació:** Donat que cada cop la informació es distribueix cada cop més en format digital hi ha la possibilitat que alguns grups quedin exclosos a l'hora de rebre-la (anomenat com *info-exclusió*). L'ONCE proporciona a les persones cegues mitjançant l'aprenentatge del braille i l'ús de les tecnologies adaptades per aquestes. Aquests factors proporcionen una major autonomia cultural, educativa, laboral, recreativa, etc.



Figura 9: Gos guia

Educació inclusiva

L'educació inclusiva practicada per l'ONCE es basa en la firma de convenis de col·laboració en matèria educativa amb totes les administracions educatives de les comunitats autònomes. A través dels convenis es proporciona als alumnes els recursos del sistema ordinari (els que tenen tots els alumnes, siguin o no cecs) i també els específics, proporcionats pels CRE (Centres de Recursos Educatius). És per això que actualment el 99% dels alumnes amb ceguesa van a escoles ordinàries i compartint classe amb altres alumnes sense la disfuncionalitat visual.

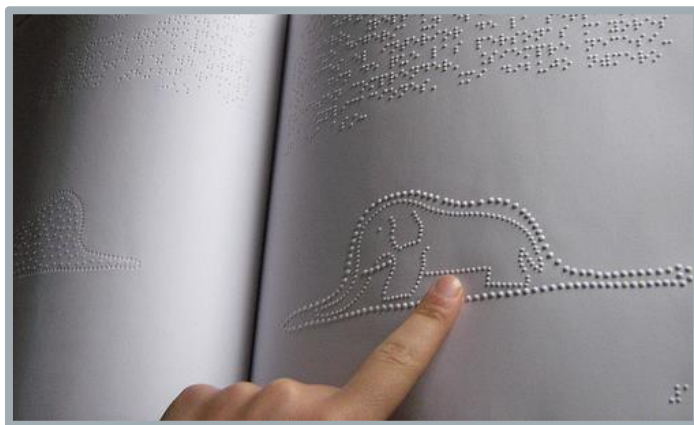


Figura 10: Llibre adaptat al braille

Segons l'ONCE una educació inclusiva es basa en els següents punts:

- Valoració diagnòstica de capacitats i dificultats del menor.
- Acompanyament de la família.
- Assessorament especialitzat sobre les necessitats de l'infant.
- Orientació sobre el programa d'intervenció.
- Intervenció de professionals especialitzats durant l'educació de l'alumne/a.
- Coordinació amb altres centres.
- Informació sobre recursos existents.

Quant als recursos específics, els més comuns solen ser les adaptacions dels llibres de text amb transcripció al braille, amb gravacions sonores o parts en relleu, les adaptacions en braille i so per pantalles i teclats (junt amb programes adaptats per navegació per l'entorn Windows), les calculadores braille i parlants, etc.

Ajuda per l'ocupació laboral

Un dels factors que l'ONCE treballa amb més força és l'ocupació laboral de la gent amb disfuncionalitat visual. Actualment, la font principal de treball per la gent amb ceguesa o capacitat visual baixa és la venda del cupó de l'ONCE, no obstant també hi ha persones que estan preparades per desenvolupar altres feines. És per això que l'organització no només proporciona treball sinó que també assessora i proporciona recursos a gent per un desenvolupament professional més extens.

Per fer tot això possible, hi ha tres programes orientats a diferents factors a l'hora d'accedir al món laboral:

- **Programa d'Orientació i Inclusió Laboral:** Aquest programa inclou la part d'anàlisi de cada persona que hi estigui interessada, tenint en compte aptituds, qualificacions, qualitats, experiència prèvia, etc. També es formen itineraris adaptats a cada cas i multidisciplinaris. Inclou, a més a més, la part d'estudi del mercat laboral buscant, gestionant i intermediant diverses ofertes laborals alhora que es fa divulgació dels programes d'integració social i de prevenció d'exclusió laboral.
- **Programa de Formació per al Treball:** En aquest àmbit es treballa en primer lloc el fet de facilitar l'accés a llocs de treball i en segon i més important l'adquisició, ampliació i perfeccionament dels coneixements dels treballadors amb disfuncionalitat visual, per així garantir una estabilitat laboral i una promoció professional. Per dur a terme aquest propòsit, es treballa amb formacions individuals (més adaptades) i amb formacions col·lectives (més genèriques).
- **Programa d'Autoocupació:** Aquest programa va orientat a aquelles persones emprenedores que volen posar en marxa un projecte en el sector que estan més capacitats i interessats. L'ONCE, per ajudar en aquests casos, ofereix assessorament i financiació (tant crèdits amb baix interès com subvencions no reemborsables) un cop el projecte en qüestió s'ha analitzat per professionals de les àrees de gestió de la fundació.

A més a més dels programes comentats, l'ONCE també té una borsa de treball per els seus afiliats perquè puguin trobar ofertes adaptades a la disfuncionalitat visual de cadascú.

Cultura i oci

L'organització també fa serveis socials basats en el foment de l'oci i la cultura adaptats per a la gent amb disfuncionalitat visual. D'aquesta forma s'adapten a formats més accessibles els documents o obres que són d'interès comú. L'oci es considera un clar indicador del nivell d'inclusió social donat que constitueix un espai creatiu i on intervenen relacions amb més gent.

Entre d'altres, es fa promoció literària (amb els premis Tiflos), promoció artística de teatre, música i arts plàstiques, promoció de l'audiodescripció de pel·lícules i obres de teatre, promoció de l'accés al patrimoni cultural i natural (museus, monuments, espais naturals per passejar), etc.



Figura 11: Museu Tiflògic de Madrid

També trobem a Madrid el museu Tiflògic, un museu adaptat a les persones cegues on hi ha obres conegudes i exposicions temporals. En aquest museu les peces estan adaptades per tal que les persones les puguin tocar (tant escultures com pintures) i d'aquesta manera puguin reconèixer-ne el valor artístic. Hi ha sales dedicades a maquetes de monuments

arquitectònics i una sala on s'exposa el material tiflògic, que consisteix en una mostra dels diversos tipus d'escriptura que han existit al llarg de la història. Els títols de les obres, lògicament, estan escrits amb braille.

Esport

Donat que la pràctica d'un esport proporciona una millor forma de vida i l'oportunitat de relacionar-te i integrar-te, es considera un punt molt important per a l'organització. Actualment la majoria d'esports ja estan adaptats per a gent amb diversos tipus de disfuncionalitat i és per això que s'impulsen les trobades d'escoles esportives amb gent que en té per tal de compartir experiències, alhora que es consciencia perquè hi hagi una integració social més forta.

Des de l'any 1968 també existeix la Federació Espanyola d'Esports per Cecs (FEDC) per tal de donar suport i ajuda a les persones cegues que vulguin practicar algun esport, tant si és d'esbarjo com si és professionalment. Alguns dels esports més practicats per la gent amb disfuncionalitat visual són la natació, l'atletisme, el judo, l'esquí alpi, el *goalball*, els escacs...



Figura 12: Partit de Goalball

1.4. Eines per a la gent cega

La visió dels éssers humans ens proporciona un 90% del que percebem. Com ja hem dit, ens ajuda a orientar-nos, a entendre formes, colors, intensitats de llum, a reconèixer persones i objectes... Per tant, el fet de no estar dotat d'aquest sentit causa algunes complicacions.

És per això que, des de les organitzacions per a gent amb ceguesa, es lluita cada dia per dos factors: el primer, és que dins la societat hi hagi la consciència d'accessibilitat universal. Això implica que les coses que es dissenyen, tant a petita escala (objectes del dia a dia) com a gran escala (carrers, edificis, etc.), estiguin adaptades per a tothom i que no posin complicacions a la gent amb algun tipus de disfunció. I el segon factor, consisteix en proporcionar el màxim d'eines a les persones cegues perquè puguin ser el màxim d'autònomes.

A continuació descriurem quines eines hi ha actualment (o quines normatives s'han aplicat) per fer més fàcil el dia a dia de les persones cegues i per igualar les seves condicions de vida amb la resta de la gent.

1.4.1. Accessibilitat en l'entorn

Donat que la mobilitat és dels factors més complicats pels cecs, la societat està pensant cada cop més de forma inclusiva. Aquestes són algunes de les claus que fan que l'accessibilitat sigui menys difícil per aquesta gent.

Al carrer

Alguns dels exemples que trobem en l'accessibilitat pel carrer els veiem en els passos de vianants, on les rajoles són diferents, concretament amb línies que indiquen la direcció d'aquests. També ho veiem en els semàfors, els quals emeten un so que s'activa amb un xip que porta la gent cega, per tal que sàpiguen quan està en vermell i quan està en verd.

Pel que fa a les voreres, les rajoles també estan orientades segons la direcció del carrer. Això es pot veure de forma molt clara sobretot als carrers de l'eixample, on les rajoles segueixen la direcció de cada xamfrà. Això està fet perquè la gent cega pugui detectar amb el bastó el canvi de direcció i l'orientació del carrer.



Figura 13: Accessibilitat al carrer

Un altre exemple de normes a les voreres és la que no permet als bars posar taules a les terrasses al costat de la seva paret, sinó que les han de situar al cantó oposat per tal que els cecs tinguin la referència de la paret amb el bastó.

Transports

En els transports també s'han adoptat certes mesures com són la indicació de parades de bus i de metro també amb rajoles específiques que indiquen on està la porta d'entrada d'aquests. També es pot escoltar des de dins d'aquests transports quina és la següent parada gràcies a uns altaveus que t'ho indiquen.

No obstant, encara hi ha feina per fer, sobretot en els autobusos. Faltaria un sistema que emetés algun so quan el bus està arribant a la parada, falten més indicacions lluminoses per fer intuir més la porta d'entrada, no existeix a cap lloc la informació de les parades de la línia en braille, etc.

Altres

Més exemples d'accessibilitat a l'entorn poden ser per exemple el braille en els pisos dels ascensors (sobretot en els moderns), les baranes i les bandes rugoses de les escales, la traducció braille als caixers automàtics i a plafons d'informació, etc.

1.4.2. Eines d'ús personal

Pels diferents àmbits de la vida, hi ha eines que faciliten les coses a les persones cegues. Algunes d'elles faciliten l'aprenentatge i l'educació, d'altres ajuden a la comunicació i a l'accessibilitat a la informació, d'altres a la mobilitat, etc. Ara comentarem unes quantes de les eines de les que disposen actualment les persones cegues, la majoria publicades al catàleg del CTI (Centre de Tiflotecnologia i Innovació) de l'ONCE.

Eines per a la mobilitat

Ja hem vist les eines que proporciona la ciutat per tal que la mobilitat sigui menys complicada per a les persones cegues. No obstant, aquestes també necessiten recursos propis per poder moure's bé.

- **El bastó:** El primer i fonamental per a les persones cegues és el bastó. El bastó suposa bàsicament una prolongació del cos de les persones invidents. Aquest permet detectar sobre quina superfície es camina a través d'unes vibracions que el punter transmet al mànec del bastó i, com més dura és la superfície, més intenses són aquestes vibracions. Òbviament també serveix per orientar-se i per proporcionar informació sobre la ubicació així com també per evitar obstacles que puguin venir de davant o dels costats.

Hi ha bastons per persones completament cegues, per persones que distingeixen llums i ombres i per persones que encara tenen algun tipus de visió.

També hi ha altres maneres de diferenciar els bastons. En el cas que siguin blancs voldrà dir que la persona que els porta tindrà discapacitat visual greu o ceguesa completa; en el cas de ser verds o blanc i verds, el seu usuari serà una persona amb baixa visió i en el cas de bastons blancs i vermells solen ser per identificar a persones amb sordceguesa, és a dir, que no poden ni veure ni escoltar l'entorn.

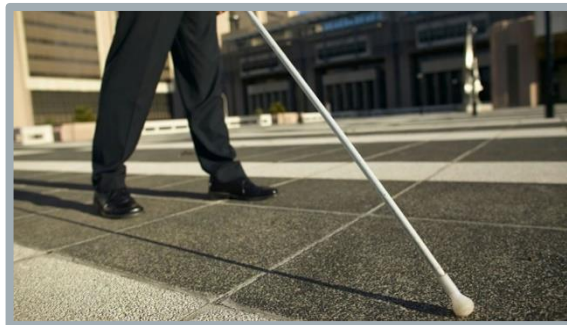


Figura 14: Bastó per cecs

Hi ha diverses tècniques per fer anar el bastó: la tècnica de contacte constant, on el bastó està tota l'estona en contacte directe amb el terra i proporciona una seguretat i eficiència majors; la tècnica dels dos punts, on el bastó té contacte amb el terra només als laterals de l'arc de mobilitat i es fa servir quan les superfícies són molt rugoses perquè el bastó no s'enganxi contínuament; i la tècnica diagonal, on es va amb el bastó creuat i s'utilitza en interiors i entorns ja coneguts per l'usuari.

- **El gos guia:** És un altre mètode per moure's per l'entorn. El gos guia és una eina de gran valor per a les persones amb disfuncionalitat visual ja que proporciona una seguretat en el moviment molt més elevada que no pas amb el bastó.

Els gossos guia solen ser de la raça labrador retriever degut a la seva gentilesa, intel·ligència, energia i bondat. A més a més, quan estan al seu procés de creixement, els gossos guia són ensinistrats (majoritàriament per l'ONCE a Espanya) per ajudar a les persones invidents en el dia a dia pel carrer. Aquests han de ser capaços d'adonar-se de possibles perills de l'entorn arquitectònic que puguin afectar a la seguretat de la persona que els porta.

D'altra banda, tenir un gos guia no vol dir que aquest et porti on tu vols. L'ONCE requereix als sol·licitants dels gossos guia que ja es sàpiguin moure i orientar-se amb bastó. És la persona qui ha d'indicar el camí al gos mentre que aquest farà que no xoqui amb obstacles. També es demana per part de l'organització que la persona que demana el gos guia compti amb el recursos econòmics suficients com per fer-se'n cura i que a més tingui les aptituds necessàries per assumir les necessitats i les atencions del gos.

Eines per a l'educació

L'aprenentatge dels cecs és un factor molt important per contribuir en la seva autonomia i també pel seu accés a l'ocupació laboral. És per això que des de ben petits se'ls comença a ensenyar alguns elements bàsics i s'adapten eines per tal que la seva educació pugui ser igual que la dels altres.

Aquestes eines, per això, no són solament per aquelles persones que neixen amb ceguesa, són també per les persones que en algun moment de la seva vida es queden sense visió.

- **L'abecedari braille:** És el codi de lectoescriptura per defecte de les persones amb ceguesa. Va ser inventat el 1824 per Louis Braille, qui s'havia quedat cec durant la seva infantesa. Tot va començar quan Braille va provar un sistema de lectoescriptura creat per un militar per transmetre ordres sense haver de fer soroll i delatar la posició. Després d'això va reinventar aquest sistema binari utilitzant 8 punts, i més tard el va simplificar a 6, creant així l'abecedari que coneixem avui en dia.

El sistema braille consisteix doncs de 6 cel·les que componen una matriu de 3x2 (3 files per dues columnes), que es numeren de dalt a baix i d'esquerra a dreta. Segons la presència o absència de punts en cada cel·la de la matriu, aquesta significarà un o un altre caràcter, podent realitzar així un màxim de 64 combinacions. Lògicament, 64 combinacions no són suficients com per donar abast a tots els caràcters existents, per això es fan servir alguns prefixos o diferenciadors anteposats a la matriu segons la llengua que s'estigui transcrivint. També hi ha símbols que requereixen de més d'un caixetí com poden ser el guió, que ocupa dos caixetins, o els punts suspensius, que ocupa tres caixetins.

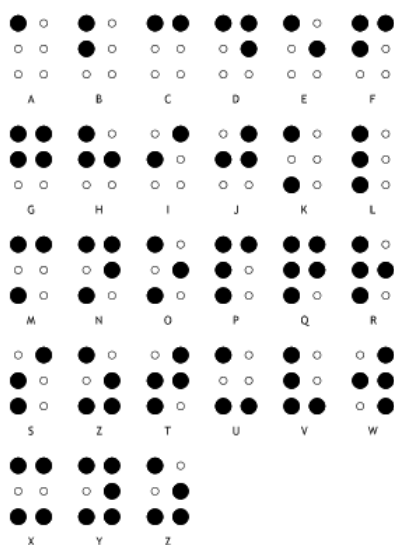


Figura 15: Abecedari braille

amb l'aparició de la informàtica com a tal, i només en aquest context, el braille es va ampliar a 8 cel·les (matriu de 4x2) per així poder representar qualsevol caràcter amb una sola matriu, donat que afegir aquestes dues cel·les fa que augmentin a 256 les combinacions possibles, que són suficients per donar abast a tots els caràcters ASCII.

L'abecedari braille és una eina fonamental per a les persones cegues. És el sistema de comunicació d'una persona amb discapacitat visual i la forma principal de rebre i enviar informació de forma no verbal. És per això que és de les primeres coses que s'ensenya a les persones cegues, havent d'adquirir d'aquesta forma una major sensibilitat al tacte dels dits per poder reconèixer els diferents caràcters ràpidament.

L'abecedari braille el podem trobar en diversos materials. Generalment, tot el material que es fa servir durant l'educació i que requereixi d'una lectura (llibres de text, números, estris com calculadores o regles, etc.) existeixen també amb adaptació braille.

Òbviament també hi ha productes per escriure amb l'abecedari braille, concretament de dos tipus: el sistema compost per la regleta i el punxó i el sistema basat en un teclat. El sistema de la regleta i el punxó és per escriure en paper físic deixant en relleu amb el punxó els caràcters braille mentre que el teclat s'utilitza per escriure generalment a ordinador (tot i que també hi ha teclats que van com les antigues màquines d'escriure. També hi ha impressores de text braille.

- **Productes amb relleu:** Al nostre entorn hi ha molts objectes projectats en dos dimensions com poden ser mapes, dibuixos, pintures, fotografies, etc. Per igualar l'educació dels infants invidents s'adapten també aquests materials i es passen a tres dimensions tot i que no sortint excessivament del pla.

Avui en dia hi ha molts llibres d'infants amb dibuixos que estan adaptats, així com també molts mapes tant estatals com del món (físics i polítics).

- **Ordinadors:** Donada la dificultat de tenir tot el material braille, actualment en l'educació també s'afegeixen els ordinadors, que suposen una millora molt significativa en l'aprenentatge. Els ordinadors s'adapten completament a les necessitats dels alumnes i emeten veu de totes les coses que surten en pantalla.

Generalment, són ordinadors amb sistema operatiu *Windows* o *Apple* als quals se'ls instal·la un programa d'adaptació per a cecs. Aquest tema el tractarem al següent punt.

Aplicacions i programes

En els últims anys hem experimentat un creixement molt elevat en l'aparició d'aplicacions per dispositius electrònics i de programes per ordinadors. Generalment, tots els *smartphones* i tabletas digitals tenen l'opció de configurar-los per tal que et llegeixin tot el que surt en pantalla integrada en el sistema operatiu. En tots els dispositius d'*Apple* existeix una funció anomenada *VoiceOver* que també ofereix aquestes prestacions. Els ordinadors *Windows*, per contra, no solen portar cap configuració per realitzar aquestes funcions i per això s'han creat programes independents que es poden instal·lar. Alguns d'aquests són *JAWS*, *NonVisual Desktop Access*, *Orca* (per *Linux*), etc.

No obstant, les aplicacions i els programes per a cecs no es queden només en la lectura de pantalla. Hi ha moltes altres aplicacions que faciliten les vides de les persones amb ceguesa. Aquestes son algunes d'elles:

- **Google BrailleBack:** Consisteix en una aplicació que et permet navegar i interactuar amb el mòbil utilitzant una pantalla braille connectada per *Bluetooth*. També es pot combinar amb *Google TalkBack* que fa la funció de llegir el que hi ha en pantalla.
- **Google Voice Access:** Aquesta aplicació es va crear per millorar l'accessibilitat dels telèfons *Android* i bàsicament et permet accedir a qualsevol element del dispositiu amb només la veu. No està pensada només per a cecs però també la poden fer servir perfectament.
- **BeMyEyes:** És una iniciativa per ajudar a la gent amb ceguesa on les persones vidents també poden col·laborar. Es tracta d'una *app* on la persona cega enfoca algun objecte amb la càmera del mòbil i diu quina és la informació que vol obtenir. Llavors aquesta fotografia s'envia a algun vident i li proporciona la informació que ha demanat. Per exemple, tens un bric de llet i no saps quina és la data de caducitat. Llavors fas una foto al bric i preguntes (mitjançant la veu) "Quina és la data de caducitat?".

Instantàniament, algun dels vidents que participen reben una notificació, observa la imatge i li respon la informació que ha demanat. La persona cega rep el que diu el vident en forma de veu.

- **Mapp4all:** Aquesta aplicació és una adaptació del *Google Maps* per fer-lo accessible per tothom. Donat que hi ha molts llocs que no estan del tot habilitats per a tots els col·lectius, o llocs perillosos sense senyalitzar, *Mapp4all* proporciona una base de dades, tal com la Viquipèdia, per indicar l'accessibilitat de tots els llocs en funció de les característiques que té i en funció del col·lectiu que es demani.
- **Lazarillo GPS:** La mobilitat és sempre complicada per les persones amb ceguesa o baixa visió i és per això que també es desenvolupen aplicacions que la fan una mica més fàcil. En aquest cas, *Lazarillo GPS* proporciona informació auditiva constant sobre llocs propers, el carrer per on s'està caminant, interseccions, parades d'autobús i de metro, semàfors propers, etc. L'aplicació pot seguir funcionant en segon pla sent així com una ràdio.

Lazarillo GPS també permet trobar llocs d'una categoria específica o fins i tot se li pot assignar una ruta de la qual et va donant indicacions. Finalment, també dóna informació d'establiments que treballen amb persones cegues o discapacitat visual ja sigui treballant o fent cursos, tallers, etc.

- **NaviLens:** És un sistema de codis (com els QR) la lectura dels quals es fa amb el mòbil de la persona cega. L'usuari ha d'anar amb el mòbil enfocant cap endavant perquè l'aplicació detecti els codis que hi ha al seu voltant. Un cop els detecta, proporciona informació sobre quines coses hi ha a l'entorn i a quina distància concreta estan. Aquest mètode és més ràpid que els QR, pot llegir-los a llarga distància, sense enfocar i en moviment. Tot i això, les dades que et proporcionen els codis són molt precises tant en orientació com en distància.

Actualment, s'aplica a algunes zones de TMB i gràcies a això, la persona cega pot saber on són les màquines de bitllets, els ascensors, els accessos, etc. d'una forma ràpida i precisa.

Altres eines

A part de les eines que hem comentat, n'existeixen moltes més tant per l'aprenentatge com pel dia a dia de les persones cegues. El catàleg del CTI de l'ONCE conté altres exemples de productes com rellotges (de veu o amb braille), lupes electròniques per a persones que encara tenen una resta de visió, ulleres especials per cada un dels casos de persones amb baixa visió, bàscules amb so, caixes de pastilles amb braille, termòmetres amb so, balances de cuina amb so, detectors de colors, etc.

1.5. Aplicacions de la impressió 3D

Les tecnologies d'impressió 3D s'estan expandint a alta velocitat. Cada dia se li troben més usos i en àmbits molt diversos. Hi ha aplicacions de la impressió 3D en el sector industrial i de disseny però també en odontologia, medicina i fins i tot en el sector de la construcció, la bijuteria o la gastronomia.

A més a més, cada cop estan apareixent més impressores 3D domèstiques. Fa 10 anys, una impressora 3D podia costar entre 700€ i 1000€, actualment n'hi ha per 150€ i que proporcionen una qualitat d'impressió gairebé òptima. Cada cop existeixen més empreses i marques que volen ser participants d'aquest negoci i que desenvolupen noves impressores o filaments. També es creen xarxes com *Thingiverse*, on tothom pot pujar els productes que desenvolupa perquè les altres persones se'ls puguin descarregar de forma lliure i gratuïta.

Tots aquests factors fan que les idees que tenen els dissenyadors o emprenedors a casa seva es puguin materialitzar i compartir amb molta més facilitat. I això afecta també a l'entorn de les persones amb disfuncionalitat visual. En aquest apartat esmentarem alguns projectes que s'han realitzat amb impressores 3D en relació amb les persones invidents intentant analitzar la viabilitat i la practicitat d'aquests.

1.5.1. Projecte 1: *Touchable Memories*

Touchable Memories és un projecte basat en la idea de recuperar moments viscuts a través d'imatges reconvertides en impressions en tres dimensions. És un experiment dut a terme per una companyia anomenada *Pirate3D* creada a Singapur.

Segons aquesta companyia "*Touchable Memories explica la història de cinc persones de diferents parts del món que s'han quedat sense visió amb el temps. Cadascun d'ells té un fort record d'algun moment especial que va ser capturat amb una fotografia però que, amb el temps, han anat oblidant. Aquests moments, per això, se'ls hi retornen gràcies a les rèpliques fetes amb impressió 3D desenvolupades per la companyia Pirate3D.*"



Figura 16: *Touchable Memories*

Tota aquesta experiència està recollida en un vídeo desenvolupat per Marco Aslan on es veuen les reaccions d'aquestes cinc persones al reconèixer els moments que havien passat a través de les impressions.

1.5.2. Projecte 2: *Tactile Picture Books Project*

Aquest és un projecte dirigit per la *University of Colorado Boulder* (CU-Boulder) que consisteix en reconvertir els llibres tradicionals per a infants adaptant-los per a persones amb disfuncionalitat visual utilitzant la tecnologia d'impressió 3D.

La idea del treball és representar la part gràfica 2D dels contes en 3D, però d'una forma en que les imatges o dibuixos siguin fàcils d'entendre, d'un tamany adequat i amb la suficient precisió en els detalls. El primer llibre que van desenvolupar va ser *Goodnight Moon*, un llibre del qual s'han fet més de 40 milions de còpies en paper i està traduït a una dotzena de llengües. Actualment segueixen desenvolupant més llibres tradicionals i coneguts com *Harold and the Purple Crayon* o *The Very Hungry Caterpillar*.

L'objectiu principal del projecte no és crear una biblioteca més gran de llibres per a persones invidents, sinó que és fer la impressió 3D més accessible i interactiva perquè així les famílies i els professors i professores dels infants amb ceguesa puguin personalitzar i crear ells mateixos els llibres que vulguin. És per això que estan desenvolupant un software intuïtiu que els permet convertir les imatges en pàgines amb volum imprimibles.

Tal i com diu el director del projecte, Tom Yeh *"L'ideal seria que el familiar o tutor pogués fer una foto d'una pàgina, l'enviés a la impressora i aquesta imprimís el resultat en 3D, però encara estem estudiant els factors científics, tècnics i errors humans que s'han de tenir en compte per tal que aquest propòsit sigui completament realitzable"*. També remarca que *"L'objectiu és que tothom sàpiga fer servir el software i les impressores 3D per fer el seus llibres. Tots els infants cecs són diferents tant en la forma de ser com en la disfuncionalitat que tenen, per això s'ha de personalitzar cada llibre segons com és cada infant."*



Figura 17: *Tactile Picture Books Project*

1.5.3. Projecte 3: *Unseen Art*

Unseen Art és un projecte nascut per transportar les obres d'art (sobretot pictòriques) més emblemàtiques a un format apte perquè les persones amb ceguesa les puguin reconèixer i identificar, amb tots els seus matisos. Actualment només hi ha les audioguies que moltes vegades no són suficientment concretes i precises com perquè l'oient es pugui fer una clara idea de com és l'obra si no la pot veure, fet que és normal donat que hi ha detalls molt complicats d'explicar si no es poden percebre.

Per desenvolupar les obres d'art en 3D es busquen a artistes que les vulguin recrear. Aquests comencen fent una fotografia o un escanejat amb molta alta resolució de la pintura i posteriorment crea una interpretació d'aquesta fet servir eines de modelatge 3D amb ordinador. Amb aquest procés se li dóna profunditat tenint en compte quines coses han de destacar més i quines altres s'han de simplificar per fer-ho més comprensible.

El seu creador Marc Dillion, un programador finlandès, ha creat aquest projecte amb l'objectiu que les obres que es transportin al 3D puguin estar exposades també als museus i galeries, sent així un complement artístic de les obres originals.

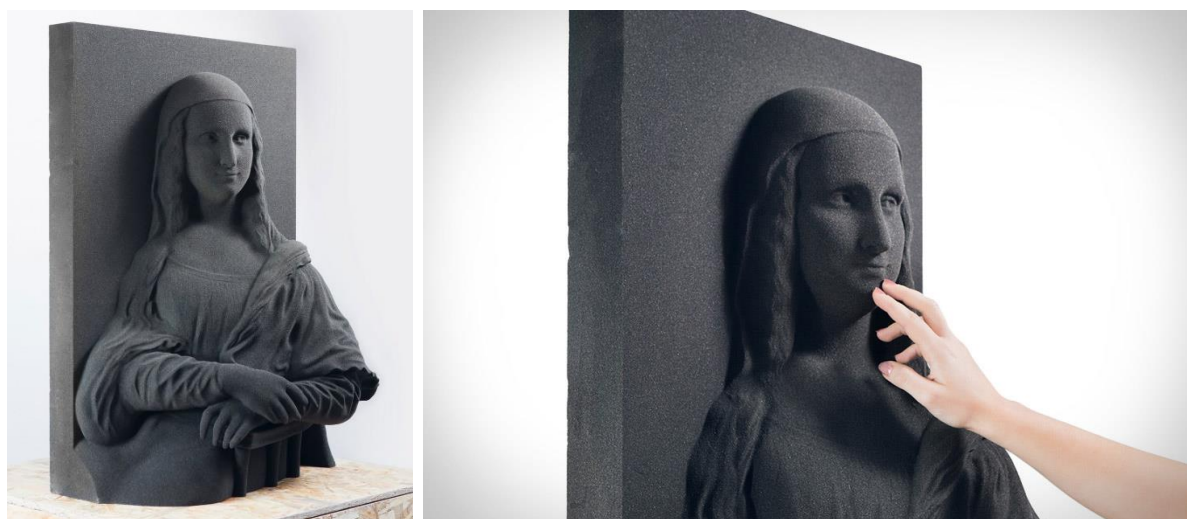


Figura 18: *Unseen Art*

1.5.4. Projecte 4: *The 3D Printable Braille Typeface Project*

El braille és un abecedari del qual en coneixem l'existència però no el funcionament. Com hem comentat, és el codi de lectoescriptura per defecte de les persones cegues i és fonamental per a elles i per això és de les primeres coses que han d'aprendre.

The 3D Printable Braille Typeface Project és el resultat d'un estudi que combina l'abecedari de lletres amb l'abecedari braille per crear una tipografia que és apte d'entendre per ambdues parts. Al llarg del temps ja s'han elaborat tipografies que combinen aquests dos àmbits però fins ara no s'havia realitzat una que estigués pensada per ser impresa en 3D.

REFINE AND REDUCE

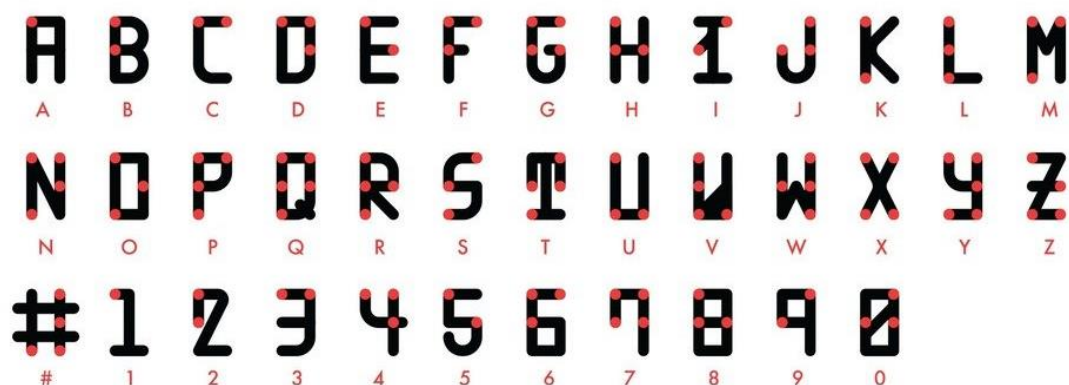


Figura 19: Tipografia del projecte

El fet de tenir una tipografia amb el dos abecedaris fa més fàcil l'aprenentatge ja que pot ser col·laboratiu, és a dir, els familiars o tutors de l'infant cec poden crear paraules amb les lletres sense haver de conèixer el braille i l'infant pot memoritzar els punts que hi ha a la superfície superior de cada caràcter. També és útil per a persones que ja coneixen l'abecedari de lletres i que es queden cegues, on poden reconèixer cada lletra i assignar-la a la matriu braille corresponent.



Figura 20: The 3D Printed Braille Typeface Project impressió

1.5.5. Projecte 5: *In Utero 3D*

In Utero 3D és una companyia nascuda a Polònia amb l'anhel de proporcionar a les persones amb ceguesa l'oportunitat de viure de la mateixa manera un embaràs que la resta de la gent.

Un moment molt important de la vida de les parelles que esperen un bebè és quan el veuen per primera vegada a la pantalla de la màquina d'ultrasons de l'hospital donat que és quan assimilen de debò i poden confirmar amb la seva pròpia visió que hi ha una persona en camí. Malauradament, les persones amb ceguesa no poden gaudir d'aquest moment com les persones vidents.

És per això que va sorgir la iniciativa de *In Utero 3D*, que proporciona models en 3D de les ecografies perquè les parelles cegues puguin viure el mateix moment i reconèixer de la mateixa manera el bebè en qüestió. I un punt a favor d'aquesta iniciativa és que ofereixen un programa anomenat *Waiting Without Borders* que proporciona els fitxers 3D a qualsevol part del món per tan sols 1€.

El procés per poder obtenir la impressió 3D del teu nadó passa per enviar a *In Utero 3D* els fitxers en format *.vol* (*Cartesian Volume Files*) o en format *.dcm* (DICOM²), junt amb la documentació que acrediti que tenen una disfuncionalitat visual. Llavors, l'empresa ho processa i perfecciona els detalls i finalment t'envia els fitxers *.stl* o *.obj* (fitxers d'impressió 3D) per tal que un mateix s'ho pugui imprimir on vulgui. Tot aquest procés es fa en tan sols dos dies.



Figura 21: *In Utero 3D*

² DICOM: *Digital Imaging and Communications in Medicine*. Aquest tipus de fitxer es va crear per distribuir i veure les imatges mèdiques en un format estàndard.

1.6. L'entrevista

Per tal d'obtenir més informació sobre el tema en qüestió és necessari documentar-se amb algun especialista de la matèria. En aquest cas hem pogut contactar amb el director del Centre de Recursos Educatius de l'ONCE de Barcelona, Manel Eiximeno, per tal que resolgués dubtes sobre alguns temes importants.

En Manel Eiximeno ha dedicat tota la vida a treballar en l'àmbit dels serveis i ajudes socials. Va començar a treballar en aquest àmbit després de patir una forta davallada de visió i havent de canviar radicalment la seva vida i l'enfocament d'aquesta. Va tenir un paper important en el sector social a Amposta, la seva ciutat natal i més endavant, el 1997, va començar a treballar a l'ONCE també en àmbits de caire social.

Actualment i des de fa 12 anys, en Manel és el director del CRE de Barcelona, des d'on s'atenen les necessitats educatives i evolutives de nadons, infants i joves de tot Catalunya fins que deixen l'etapa formativa. També és el director del CREDV, que també s'encarrega de fer aquest paper però conjuntament amb el Departament d'Educació i el qual, des de 2012, es considera com un servei educatiu.

Així doncs, li hem proposat a en Manel cinc temes principals a tractar i a continuació farem un breu resum de cada un d'ells (l'entrevista sencera es troba a l'**ANNEX A**).

1.6.1. El Centre de Recursos Educatius

El CRE és un departament de l'ONCE que té la funció de proporcionar a totes aquelles persones amb disfuncions visuals que estan en processos formatius els materials i les eines necessàries per tal que puguin tenir un ensenyament igual que la resta dels seus companys i companyes de classe.

La creació d'aquest departament sorgeix després que a principis dels 90 es comencés a apostar per la integració de col·lectius fins el moment apartats. En el cas de les persones cegues, aquestes tenien una escola només per a gent invident a Esplugues, l'escola Joan Amades i, amb tot el procés d'integració l'escola es va anar tancant progressivament (primer primària, després secundària i, finalment, la formació professional) i els alumnes es van anar traslladant a escoles ordinàries. També es van traslladar els professionals, mestres, psicopedagogs, tècnics, etc. de l'antiga escola de cecs a les noves escoles per tal de poder oferir un suport als alumnes cecs i a professors.

Avui en dia el CRE fa la funció d'adaptar tots els materials que s'utilitzen a les escoles, ja siguin llibres de text que s'han d'adaptar al braille, mapes físics i polítics que han de tenir relleu o altres eines com regles o calculadores. A més, també proporciona ordinadors a partir de tercer de primària per tal de fer l'educació més accessible. Els ordinadors incorporen softwares de lectura de pantalla i teclats de braille.

En Manel reafirma que *"S'ha de tenir en compte que tenir un codi de lectoescriptura és bàsic i fonamental per estructurar el pensament i l'habilitat, més enllà de llegir i escriure. No ens podem basar només amb la veu. Les persones cegues utilitzem el braille"*.

Dins del CRE hi trobem el CTI (Centre de Tiflotecnologia i Innovació) que s'encarrega de desenvolupar qüestions específiques que provenen de certes necessitats. També tenen un catàleg que conté una gran quantitat de productes d'utilitat per a les persones cegues i on s'hi van afegint de nous després de ser correctament testejats. En els últims anys, per exemple, han estat desenvolupant un programa per facilitar les matèries com matemàtiques, física o química anomenat EDICO.

1.6.2. El catàleg del CTI

Els productes que trobem al catàleg del CTI engloben un gran ventall d'edats. Segons l'etapa en la que es trobi una persona li correspondran uns o altres productes: *"En cada moment tu tens davant teu unes necessitats. Quan són nadons, has de buscar jocs o activitats que puguin fer. Quan estan al sistema educatiu doncs tot va lligat a la seva evolució educativa. En cada moment anem incorporant tots els serveis que tenim i que necessitin per la seva evolució i la seva etapa educativa".*

Per tal d'adquirir els productes del catàleg s'ha de tenir en compte que on hi ha un alumne sempre hi ha un professional o un mestre associat a aquest que és qui coordina les necessitats i fa que intervinguin els altres professionals especialistes en ceguesa, que posteriorment li proporcionen de forma gratuïta el producte que necessiti (a excepció de productes fets a mida com lents i ulleres).

Els productes que conté el catàleg es van actualitzant amb el temps però és cert que no pot adaptar els nous materials al mateix ritme amb el que aquests apareixen. Per això des de l'ONCE es predica la idea que quan qualsevol persona dissenyi un nou producte tingui en compte a tots els col·lectius per tal que sigui accessible pel màxim de gent possible. Això faria que no s'haguessin d'adaptar tants productes i integraria més als col·lectius.

1.6.3. Les persones cegues

Les persones amb disfuncionalitat visual es troben amb certes dificultats durant el seu dia a dia pel fet de ser invidents. Dos àmbits que es fan especialment complicats per aquest col·lectiu són la mobilitat i l'accés al món laboral. Pel que fa a la mobilitat, òbviament haver-se de moure sense el sentit que t'aporta el 90% de l'entorn ja és complicat però, a més, hi ha una falta de sensibilització amb les persones cegues amb les voreres que estan al mateix nivell que la carretera o amb la senyalització d'obres públiques que fa que aquesta es faci encara més complicada. I quant a l'ocupació laboral encara hi ha molta feina a fer per tal que molts més cicles formatius i carreres universitàries siguin accessibles per les persones amb ceguesa tant la part teòrica com la pràctica.

L'aprenentatge de les persones cegues també va diferent tot i que s'ha de diferenciar entre les persones que neixen cegues i les persones que s'hi queden. En el cas de les persones cegues de naixement és un procés més progressiu (primer braille, més tard bastó...) i en el cas de les persones que s'hi queden és un procés més complicat donat que han de tornar a conèixer d'una altra forma tot allò que coneixien quan tenien visió. S'han de canviar les referències.

D'altra banda, el fet de no tenir un sentit fa que tots els altres es desenvolupin molt més i que tinguis una major sensibilitat al tacte, a l'oïda, a l'olfacte. El tacte és un sentit molt important en l'aprenentatge dels infants ja que reconèixer objectes i formes és bàsic.

1.6.4. Els infants amb ceguesa

Actualment hi ha uns 360 infants d'entre 0 i 6 anys a Catalunya amb ceguesa. L'aprenentatge d'aquests és diferent als que sí que hi veuen. Com diu en Manel: *"Si deixes a un nadó a una catifa, es girarà i anirà a buscar allò que li cridi l'atenció i que tingui a l'abast mentre que si és cec li has d'ensenyar que a l'altra part de la catifa hi ha alguna cosa. Has de fer que giri, que gategi i que reconegui el que hi ha a l'altre costat."* També triguen una mica més a gatejar i caminar.

Els anys d'Educació Infantil és quan hi ha més diferència amb els companys i companyes de classe tot i que el material que fan és el mateix però ja adaptat al braille *"Potser sí que mentre un fa tres exercicis, l'infant cec en farà un però arribarà un punt que també arribarà a fer els tres. S'han d'adquirir bé els conceptes i no voler córrer"*.

Pel que fa a la forma d'aprendre, en Manel insisteix en que és un còmput de tot. Els jocs són bones eines per treballar qüestions com la capacitat de reconèixer formes amb les mans i els dits, la capacitat auditiva de relacionar sorolls o fins i tot la mobilitat. També són molt importants per això els jocs que obliguen als infants cecs a interaccionar i relacionar-se amb altres persones, ja sigui amb iguals o amb persones no cegues.

El paper de les famílies és també una qüestió molt important tant per la interacció amb els infants com pel reforçament de l'autonomia. Això sí, han de ser famílies entregades: *"Necessitem famílies implicades, que puguin i vulguin, i que estiguin disposades a sacrificar-se pels seus fills donat que si participen en activitats els han de portar durant més temps, han d'estar més presents, els han d'exigir molt més, etc."* Amb això en Manel afegeix que tot i haver d'estar presents a la vida dels infants, no han de fer coses per ells només per practicitat o per estalviar temps, han de potenciar que les facin ells, costi el que costi.

1.6.5. La impressió 3D

Sobre la impressió 3D en Manel diu que *"la impressió 3D ens facilita moltes coses però igualment no ens serveixen totes les coses impreses en 3D. Les persones amb ceguesa total i que són usuàries del sistema braille són molt exigents amb el que toquen. Les impressions, per tant, han de tenir alta qualitat per poder identificar bé el que hi ha imprès. Evidentment sí que ens permet molta aproximació a la realitat i així serà amb la millora de la qualitat de les màquines"*.

A més, també explica que les persones cegues es mouen sobre el pla, és a dir que, de vegades és més fàcil identificar una forma si no té massa volum, si no surt gaire d'un pla. Com menys floritures tingui i més net sigui el que es toca més fàcil és reconèixer el que hi ha. Per això l'ONCE està actualment en processos d'investigació sobre la impressió 3D i les seves aplicacions: *"S'ha d'estudiar bé per poder treure-li el màxim profit amb bons resultats per a les persones cegues"*.

1.7. Proposta de valor

Amb tota la informació recollida sobre el tema determinarem quines són les qualitats necessàries que ha de tenir el producte que dissenyarem posteriorment.

Com ja hem comentat, el treball va enfocat a dissenyar un producte per facilitar i millorar l'aprenentatge dels infants amb ceguera de naixement, per tant la primera condició és que ha de ser un producte enfocat a aquest públic. Definirem el rang d'edats per aquest producte **entre 2 i 6 anys**. També intentarem que, donat que va destinat a unes edats molt baixes, pugui fer-se servir com a eina que a més tingui la funció d'entretenir, com a **joc**.

Un cop definit el tipus de producte que serà, hem de concretar les qualitats que ha de tenir. Tal i com diu en Manel Eiximeno, a aquestes edats són necessaris jocs **interactius** que donin resposta als infants a accions que facin. També és molt important que el joc **requereixi d'alguna altra persona per poder-hi jugar**, com pot ser un familiar o tutor. D'aquesta forma l'infant es sent amb més suport i incita a les persones del voltant a estar en contacte i implicar-se amb aquest. A més, la participació de les famílies en l'aprenentatge dels infants amb ceguera és fonamental. Per acabar, també buscarem que sigui un joc **inclusiu**, que no vagi només destinat a infants amb ceguera sinó que pugui ser utilitzat per qualsevol sense cap diferenciació.

Tenint en compte que el joc ha de contribuir en l'aprenentatge dels infants invidents és important que treballi certs camps. Per una part és important que treballi els altres sentits per tal de potenciar-los: **tacte**, **oïda** i **olfacte**. El treball del tacte i l'oïda ha de ser una condició imprescindible. D'altra banda, també és considerable que pugui treballar àmbits relacionats amb la **mobilitat**, l'**orientació** i la **capacitat de reconeixement espacial** dins d'espais determinats.

Un altre atribut interessant seria que tingués **diferents nivells de dificultat**, és a dir que a mesura que l'infant va creixent se li pugui anar complicant el joc i es pugui anar adaptant a les seves capacitats. D'aquesta forma se li podria afegir el **braille** també (que es comença a aprendre a l'Educació Infantil) com a una nova via de practicar-lo. Relacionat amb això també és notori que pugui presentar **diversos exercicis** per treballar diferents àmbits.

Finalment, tal i com hem comentat, intentarem que la **impressió 3D** tingui un paper important en el producte, ja sigui perquè aquest pugui estar tot o en part imprès en 3D o perquè la impressió serveixi com a eina de modificació i de personalització.

2.

Fase d'ideació

—

2.1. Primeres idees

Per poder aconseguir el producte que volem en primer lloc necessitem tenir idees en què basar-nos i després mirar com podem incorporar les característiques que hem comentat prèviament a la proposta de valor. Les alternatives de producte les hem seleccionat en base al mètode del *brainstorming*, que ens permet contemplar moltes diferents opcions amb la possibilitat de combinar-les posteriorment en un temps reduït.

Possibles jocs per a infants cecs:

- Cartes amb relleu
- Jocs de taulell
- *Party&Co* adaptat
- Ninots amb peces intercanviables
- Circuits amb cintes al terra
- Circuits guiats per sons
- Jocs musicals
- Instruments adaptats
- Puzzles
- Puzzles 3D
- Identificar formes
- Relacionar conceptes
- Construccions (LEGO)
- De pensar (3 en ratlla, laberints, *Blokus*...)
- *Room escape*
- Objectes teledirigits
- ...

Després de llançar totes aquestes idees a l'aire s'ha fet una selecció de les que podien ser més viables pel desenvolupament del producte. Lògicament, el fet d'estar desenvolupant un producte per a infants cecs limita bastant les possibilitats, tenint en compte que aquest no ha de ser només un entreteniment sinó que també ha de ser una via d'aprenentatge.

A part del *brainstorming*, també s'ha realitzat una petita recerca a algunes botigues de joguines, específicament a *Drim*, *Abacus* i a *Abitare Kids* (coneguda com Barruguet) amb imatges incloses a l'**ANNEX B**. Les principals propostes escollides les trobem al següent apartat.

2.1.1. Propostes principals

El resultat del *brainstorming* i la recerca són 3 productes principals: un puzzle amb peces que emeten so, un cub amb diversos exercicis a cada una de les cares i un joc de classificar objectes a cubells que emeten so. Cada una d'aquestes propostes s'ha desenvolupat ajuntant conceptes i considerant la proposta de valor.

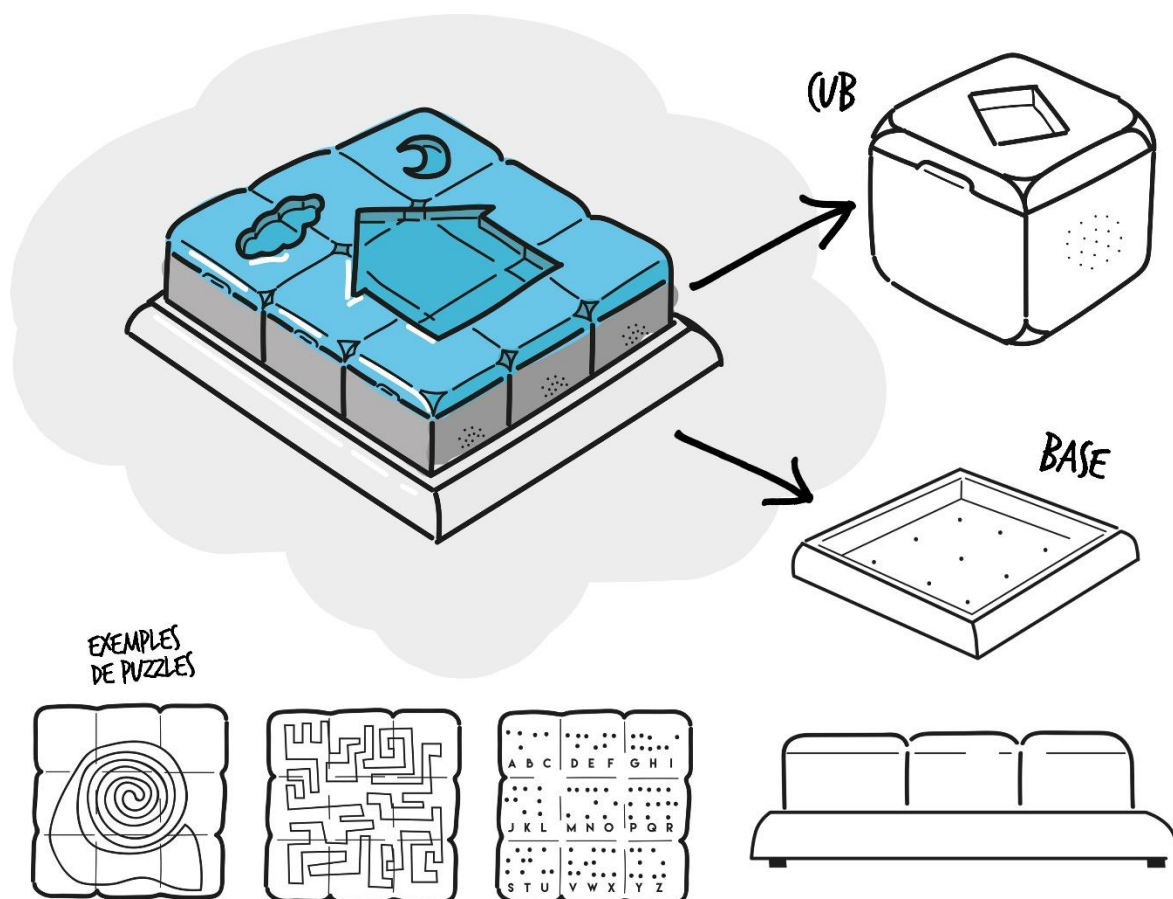
Proposta 1: PUZZLE 3D

Aquesta idea tracta d'un puzzle 3D les peces del qual emeten so. El joc està constituït per dues parts: la base i les peces. La base és simplement un lloc on posar-hi les peces i constituir el conjunt del puzzle. D'altra banda, les peces són cubs que, a la cara superior, hi tenen un dibuix en relleu. Cada una d'aquestes parts emet un so diferent.

L'objectiu d'aquest joc és el següent: el familiar o tutor agafa les peces del puzzle i les situa escampades per una sala o un espai exterior. Llavors, les peces comencen a emetre so. A partir d'aquí entra el paper de l'infant, que les ha d'anar a buscar orientant-se en base al so que emeten i les ha de portar totes a la base. Un cop ja té totes les peces ha de tocar la cara superior de cada una d'elles per tal d'identificar quina part del puzzle són i finalment col·locar-les a la base de forma correcta.

L'avantatge principal d'aquest producte és que les cares superiors dels cubs són intercanviables, fet que proporciona l'oportunitat de tenir molts tipus d'exercicis diferents i amb nivells de dificultat molt diversos. El puzzle 3D pot ser un dibuix, un laberint, l'abecedari braille, etc.

Per concloure, aquest producte també permet la personalització de les cares superiors en el cas de disposar d'una impressora 3D. Podria haver-hi una pàgina on la gent pengés puzzles diversos o fins i tot que et donés la possibilitat de crear-ne el teu propi fàcilment per després imprimir-lo.



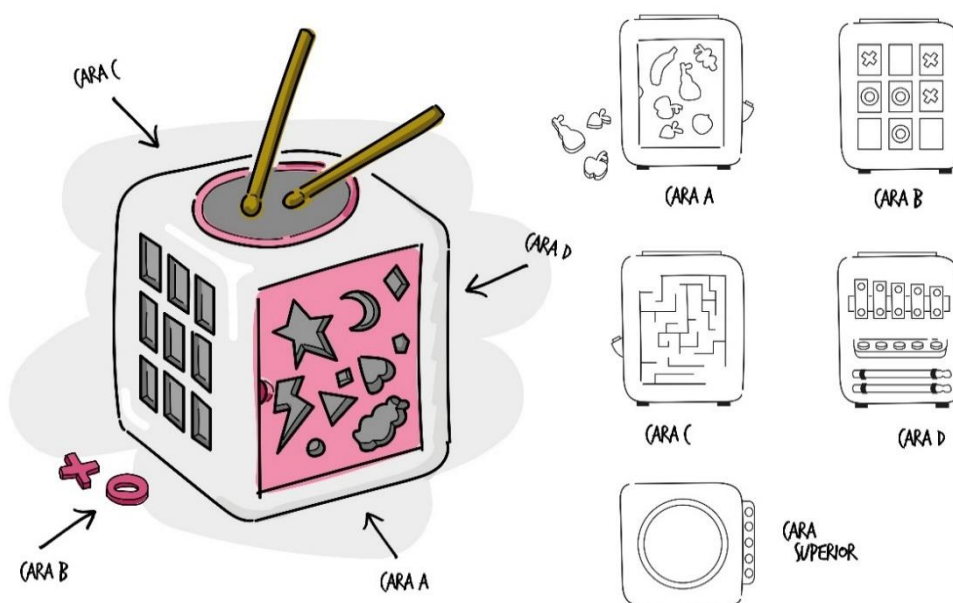
Il·lustració 1: Sketches Puzzle 3D

Proposta 2: CUB

El format d'aquest producte ja existeix com a tal però no el trobem orientat a l'aprenentatge d'infants amb ceguesa. Per tant, el que es proposa en aquesta idea és una remodelació de la joguina per tal que la pugui fer servir qualsevol infant però a la vegada potencii els factors a treballar amb els invidents.

El producte consisteix en un cub de dimensió mitjà-gran (20x20x30cm aprox.) que tingui a cada cara un joc o exercici (exceptuant la inferior, que es recolza a terra). Els jocs escollits per cada cara són els següents:

- **Cara superior:** Tambor. El cub disposa de dues baquetes i a la part superior hi trobem un cercle de goma tensat que serveix com a tambor. És un exercici perquè treballin la capacitat auditiva i els ritmes.
- **Cara A:** Encaix de formes. En aquest exercici, l'infant ha de fer passar unes formes determinades pel forat que tingui la mateixa forma. Aquí es treballa la percepció tàctil per determinar l'estructura de les formes i també es pot treballar la percepció olfactiva en el cas d'afegir olors a aquestes.
- **Cara B:** Tres en ratlla amb volum. En aquesta cara hi ha el tres en ratlla amb peces que tenen volum. Es treballa la percepció tàctil i espacial donat que s'han d'imaginar i retenir les possibilitats de moviment. A més, obliga a disposar d'una altra persona per jugar-hi i fomenta la interacció.
- **Cara C:** Laberint de dit. Consisteix en anar d'un punt a un altre d'un laberint amb indicant el camí amb el dit. Es treballa la percepció tàctil i espacial. Hi ha la possibilitat d'incorporar diversos laberints encaixables al cub per tal d'oferir més diversitat.
- **Cara D:** Xilòfon. Aquesta cara incorpora un xilòfon que es toca amb uns botons disposats a sota de les peces metàl·liques (com un piano). Treballa la percepció auditiva.



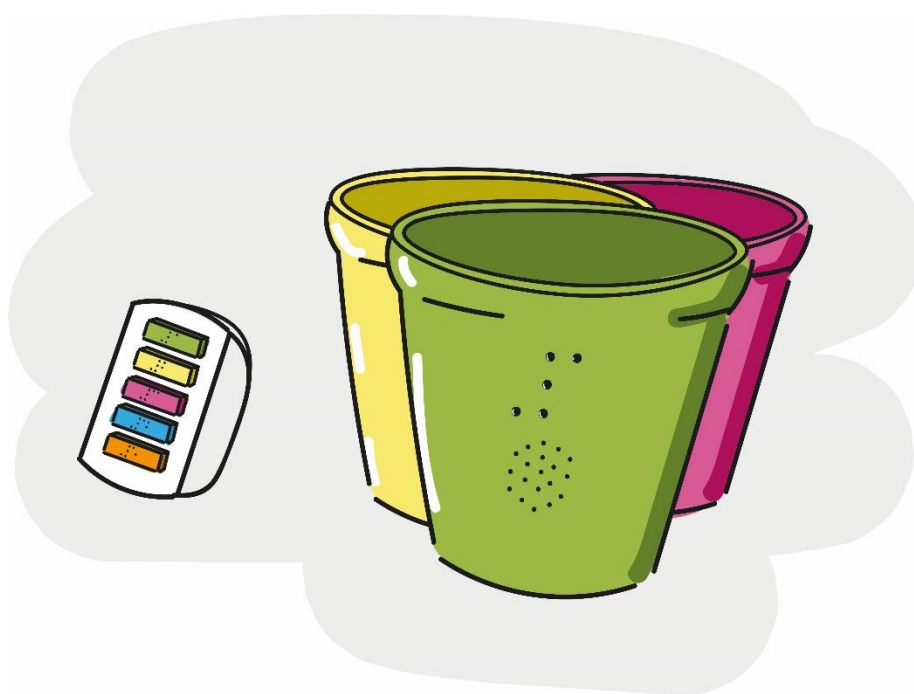
Il·lustració 2: Sketches Cub

Proposta 3: CUBELLS

Aquest concepte és el més diferent dels tres tot i que també és semblant al puzzle 3D. Consisteix en un conjunt de 5 cubells on cada un emet un so diferent als altres. També hi ha un petit comandament amb 5 botons que activen els respectius cubells.

La idea d'aquest joc és que es situïn els 5 cubells a llocs diferents d'un espai obert o tancat. L'infant es situa a un punt qualsevol de l'espai amb una sèrie d'objectes. La persona de suport llavors li indica quin objecte ha d'agafar i a continuació activa el so d'un dels cubells amb el comandament a distància. A partir d'aquí, l'infant ha de reconèixer l'objecte que se li demana, ja sigui amb el tacte o amb l'olor, i l'ha d'anar a posar a dins del cubell que està sonant.

Òbviament aquest joc no incorpora diversitat d'exercicis però sí que dona la possibilitat a l'infant d'haver de reconèixer qualsevol objecte que es pugui ficar dins dels cubells, ja siguin joguines, objectes de la casa, aliments, etc. A més potencia en major part la coneixença de l'entorn on s'estigui jugant. El comandament, a l'igual que els cubells, incorpora el número en braille per si l'infant vol jugar de forma autònoma tot i que no és la funció principal.



Il·lustració 3: Sketch Cubells

2.1.2. Ponderació de les idees

Un cop comentades les tres propostes de productes hem d'analitzar quina és la més consistent i la que més encaixi amb el que es vol aconseguir. Per això utilitzarem el mètode de les matrius de decisió, per avaluar una per una les característiques i els requeriments plantejats a la proposta de valor.

Per poder-ho avaluar de la millor forma utilitzarem una escala *Likert* de tres graus de puntuació: **0**, el producte no incorpora aquesta característica; **1**, el producte incorpora aquesta característica parcialment; **2**, el producte incorpora la característica.

A continuació es mostren les taules de cada una de les propostes i, finalment, la seva puntuació total, equivalent la suma de totes les ponderacions. També inclou una fila de comentaris per característiques en concret.

Proposta 1: PUZZLE 3D

Característica	Ponderació	Comentari
Interactiu	2	
Inclusiu	2	
Participació de familiars/tutors/altres	1	Tot i ser indispensables per repartir les peces, no tenen una funció concreta durant el joc.
Percepció tàtil	2	
Percepció auditiva	2	
Percepció olfactiva	0	
Mobilitat	2	
Percepció espacial	2	
Diversitat d'exercicis	2	
Diferents nivells de dificultat	2	
Possible incorporació de braille	2	Amb variants del puzzle.
Aplicació de la impressió 3D	2	Fàcilment aplicable.
TOTAL	21	

Taula 3: Ponderació Puzzle 3D

Proposta 2: CUB

Característica	Ponderació	Comentari
Interactiu	2	
Inclusiu	2	
Participació de familiars/tutors/altres	1	Només una de les 5 cares requereix la participació d'algú més.
Percepció tàtil	2	
Percepció auditiva	2	
Percepció olfactiva	1	Es pot treballar en una cara.
Mobilitat	0	Es juga amb el cub estàtic.
Percepció espacial	2	
Diversitat d'exercicis	2	
Diferents nivells de dificultat	1	Hi ha la possibilitat de tenir diversos laberints.
Possible incorporació de braille	0	
Aplicació de la impressió 3D	1	Variants de laberints o d'encaix de formes.
TOTAL	16	

Taula 4: Ponderació Cub

Proposta 3: CUBELLS

Característica	Ponderació	Comentari
Interactiu	1	Pràcticament no hi ha interacció amb el joc en si.
Inclusiu	1	Pot jugar-hi tothom però s'entén que va més destinat a infants cecs.
Participació de familiars/tutors/altres	2	
Percepció tàtil	2	
Percepció auditiva	2	
Percepció olfactiva	1	Si s'afegeixen objectes amb olor.

Característica	Ponderació	Comentari
Mobilitat	2	
Percepció espacial	2	
Diversitat d'exercicis	0	
Diferents nivells de dificultat	1	Depèn dels objectes que hagi de classificar
Possible incorporació de braille	0	
Aplicació de la impressió 3D	0	
TOTAL	14	

Taula 5: Ponderació Cubells

2.1.3. Resultats

Després d'haver puntuat cada producte per separat ja podem veure els resultats comparats entre ells:

PUZZLE 3D	CUB	CUBELLS
21/24	16/24	14/24

Taula 6: Comparació de resultats

Com podem veure l'opció que compleix més requisits de la proposta de valor és la del **Puzzle 3D** amb una puntuació de 21 sobre 24 possibles (hi ha 12 característiques a avaluar). Per tant, les altres dues opcions quedaran descartades i a partir d'ara ens centrarem en el producte guanyador per tal de desenvolupar-lo el màxim de bé possible i d'ampliar les seves virtuts, si s'escau.

2.2. Legislació, normatives i assajos

Per desenvolupar un producte que sigui viable de produir s'han de tenir en compte prèviament les normatives i la legislació vigents del país i europees. En aquest apartat comentarem algunes de les lleis més importants que han de complir els productes considerats com a joguines i que van destinades a infants així com els assajos que han de passar per tal de poder-se comercialitzar.

També revisarem la normativa d'accessibilitat universal, comentada a l'entrevista per en Manel Eiximeno, per tal de fer que el nostre producte pugui complir-la i sigui accessible per a tothom.

2.2.1. Legislació publicada al BOE

Al BOE es publiquen totes les lleis aprovades en l'estat espanyol i en concret, la que es centra en les joguines és la *BOE-A-2011-14252*. Aquesta llei estableix les normes de seguretat de les joguines, aplicant-se a productes dissenyats o previstos per ser utilitzats amb finalitat de joc per infants menors de 14 anys. Si els productes compleixen les lleis d'aquest document es podran comercialitzar.

Als Annexos II d'aquest document hi trobem algunes de les condicions de seguretat que han de tenir les joguines. Ens centrarem molt en aquest punt ja que és el que té una repercussió més gran pel que fa al disseny del producte.

Propietats físiques i mecàniques (I):

"1. Les joguines i les seves parts, així com les seves fixacions en el cas de joguines fixes, hauran de tenir la resistència mecànica i, en el seu cas, l'estabilitat suficient per suportar les tensions resultants del seu ús sense que es produeixin ruptures o deformacions que puguin causar lesions físiques."

"2. Les vores, sortints, cordes, cables i fixacions accessibles de les joguines hauran de dissenyar-se i fabricar-se de manera que es redueixi el màxim possible el risc de lesions físiques que poguessin provocar el contacte amb ells."

"4.

[...]

b) Les joguines i les seves parts no hauran de presentar cap risc d'asfixia per interrupció del flux de l'aire com a conseqüència d'una obstrucció de les vies respiratòries externa a la boca i el nas."

"10. Les joguines destinades a emetre un so hauran de dissenyar-se i fabricar-se, en termes de valors màxims del soroll d'impuls i del soroll continu, de tal manera que el seu so no pugui causar danys a les oïdes dels infants."

Propietats elèctriques (IV):

"1. Les joguines no funcionaran amb corrent elèctrica el voltatge nominal del qual sigui superior a 24 volts de corrent continua o el voltatge de corrent alterna equivalent i la tensió de les seves parts accessibles no superarà els 24 volts de corrent continua o el voltatge de corrent alterna equivalent."

"2. Les parts de joguines en contacte o que puguin entrar en contacte amb una font d'electricitat capaç de provocar un xoc elèctric, així com els cables o altres conductors d'electricitat a tals parts, hauran d'estar suficientment aïllats i protegits mecànicament per evitar el risc de xoc."

2.2.2. Normativa d'accessibilitat universal

Quan a la normativa d'accessibilitat universal, hi ha diferents publicacions al BOE que es centren en aquest tema, des del 1995 fins a l'actualitat. Amb el temps s'han anat actualitzant i adequant per proporcionar unes millors condicions a les persones que tenen alguna diversitat funcional,

BOE nº 129, 31-May-1995

Llei 15/1995, del 30 de maig, sobre Limits del domini sobre immobles per eliminar barreres arquitectòniques a les persones amb discapacitat.

BOE nº 289, 3-Dic-2003

Llei 51/2003, del 2 de desembre, d'igualtat d'oportunitats, no discriminació i accessibilitat universal de les persones amb discapacitat.

BOE nº 113, 11-May-2007

Reial Decret 505/2007, del 20 d'abril, pel qual s'aproven les condicions bàsiques d'accessibilitat i no discriminació de les persones amb discapacitat per l'accés i utilització dels espais públics urbanitzats i edificacions.

BOE nº290, 4-Dic-2007

Reial Decret 1544/2007, del 23 de novembre, pel qual es regulen les condicions bàsiques d'accessibilitat i no discriminació per l'accés i utilització dels mitjans de transport per persones amb discapacitat.

BOE nº 310, 27-Dic-2007

Llei 49/2007, del 26 de desembre, per la qual s'estableix el règim d'infraccions i sancion en matèria d'igualtat d'oportunitats, no discriminació i accessibilitat universal de les persones amb discapacitat.

2.2.3. Assajos

Per comprovar que les joguines compleixen amb els requeriments de seguretat i amb les normatives, hi ha organitzacions que es dediquen a fer proves i assajos específics on es puguin analitzar els aspectes que són aptes o per contra, els que s'han de corregir abans que el producte surti al mercat.

Una organització amb molta importància a Espanya és AIJU, l'Institut Tecnològic especialitzat en joguina, producte infantil i oci, situat a Ibi, Alacant. Des d'aquí també es treballa per optimitzar la creació i el desenvolupament de productes per infants fins la seva entrada al mercat.

Des d'AIJU es fan assajos per qualssevol tipus de producte. Els relacionats amb la nostra joguina serien aquells que regulen la presència de vores tallants, punxes, imants, el comportament acústic de les joguines que emeten so, etc. Per joguines destinades a menors de 36 mesos també s'han de reduir els riscos que poden suposar peces i boles petites, cordes, joguines hemisfèriques, etc.

També es regulen aquelles joguines que tinguin alguna part electrònica, fent un detallat anàlisi dels components i el bon estat d'aquests, mirant que no es puguin produir curtcircuits ni hi hagi risc d'electrocució.



Figura 22: Assajos

2.3. Puzzle 3D: Alternatives

Per poder fer el producte el més adequat i complet possible cal veure quines coses es poden variar o afegir. Hi ha molts mètodes per buscar alternatives de productes: *brainstorming*, SCAMPER, amb un diagrama funcional, etc. En aquest cas utilitzarem el mètode del quadre morfològic, on es plantegen les característiques que té el producte amb una sèrie d'opcions i posteriorment s'escull una opció de cada lloc. Això ens permetrà veure les diverses combinacions a les que pot optar el nostre producte (tot i que no totes tenen perquè ser viables).

Partint del concepte inicial de puzzle 3D, hem pogut establir les següents característiques on trobar-hi alternatives: forma de la base, color de la base, forma de les peces, color de les peces, so que emeten les peces, maneres d'activar el so de les peces, el mètode per alimentar o carregar les peces, el material de la base i el de les peces. Aquest n'és el resultat:

	Opció 1	Opció 2	Opció 3	Opció 4	Opció 5
A - Forma de la base	A1 - Circular	A2 - Quadrada	A3 - Hexagonal	A4 - Romboïdal	
B - Color de la base	B1 - Blanc	B2 - Beige	B3 - Colors pastel	B4 - Gris	B5 - Fusta
C - Forma de les peces (prismes)	C1 - Triangular	C2 - Quadrangular	C3 - Hexagonal	C4 - romboïdal	
D - Color de les peces	D1 - Blanc	D2 - Beige	D3 - Colors pastel	D4 - Gris	D5 - Fusta
E - So que emeten les peces	E1 - Xiulet constant	E2 - So de notificació	E3 - Cançó	E4 - Veu	E5 - Personalitzable
F - Maneres d'activar el so de les peces	F1 - Botó a les peces	F2 - Automàtic	F3 - Comandament	F4 - Amb un botó des de la base	
G - Càrrega de les peces	G1 - Piles	G2 - Amb cable	G3 - Amb pin des de la base	G4 - Càrrega inalàmbrica	
H - Material de la base	H1 - PP (polipropilè)	H2 - PVC	H3 - PLA (impressió 3D)	H4 - Fusta	
I - Material de les peces	I1 - PP (polipropilè)	I2 - PVC	I3 - PLA (impressió 3D)	I4 - Fusta	

Taula 7: Quadre morfològic

Algunes de les diferents opcions de combinacions es poden trobar a l'*Sketchbook*, situat a l'**ANNEX C**.

Un cop observades totes les possibilitats d'alternatives dins del mateix concepte de producte, hem fet una selecció d'aquelles que creiem que són més viables i que proporcionaran un millor resultat al puzzle que estem dissenyant. Les combinacions són les següents:

- **Combinació 1:** A2, B1, C2, D4, E3, F3, G2, H1, I3. Base quadrada de polipropilè de color blanc, peces quadrades de PLA de color gris, amb so de cançó activat per un comandament, amb càrrega a través d'un cable.
- **Combinació 2:** A2, B1, C2, D5, E5, F1, G1, H1, I4. Base quadrada de polipropilè de color blanc, peces de fusta sense pintar, amb so personalitzable activat amb un botó a cada peça, amb càrrega a través de piles.
- **Combinació 3:** A3, B2, C3, D3, E2, F4, G4, H4, I4. Base hexagonal de fusta de color beige, peces hexagonals de fusta de colors pastel, amb so de notificació activat amb un botó des de la base, amb càrrega inalàmbrica des de la base.
- **Combinació 4:** A3, B5, C1, D1, E2, F2, G3, H4, I1. Base hexagonal de fusta sense pintar, peces triangulars de polipropilè de color blanc, amb so de notificació activat automàticament un cop es separa de la base, amb càrrega a través de pins a la base.
- **Combinació 5:** A4, B3, C4, D5, E3, F1, G2, H1, I4. Base romboïdal de polipropilè de colors pastel, peces de fusta sense pintar, amb so de cançó activat amb un botó a cada peça, amb càrrega a través d'un cable.

Lògicament hi ha moltes altres opcions possibles i viables sobretot pel que fa a les alternatives de colors i materials i haver d'explicar totes les combinacions no tindria cap sentit.

Pel que fa a les formes, tal i com podem veure a l'*Sketchbook*, hi ha quatre opcions que són viables: base quadrada i peces quadrades, base hexagonal i peces hexagonals, base hexagonal i peces triangulars, base romboïdal i peces romboïdals. El fet de tenir més combinacions pot ser una bona manera d'ampliar el catàleg i proporcionar més varietat als possibles compradors del producte. Ho especificarem més endavant a l'apartat de comunicació del producte.

Finalment, la combinació escollida pel producte a desenvolupar serà la **Combinació 2**. El que ens ha fet decantar per aquesta opció és sobretot l'electrònica. Actualment es venen xips que permeten gravar i reproduir cançons, sons, veus, etc. i que no necessiten d'un controlador *Arduino* i d'un codi específic. Pel desenvolupament d'aquest treball creiem que és l'opció més viable i senzilla i que, a la vegada, compleix tots els requisits. L'opció de càrrega a través de piles també creiem que, de moment, és la que s'adapta més als requeriments.

D'altra banda, pel que fa als colors i materials, hem decidit que la millor combinació és que la base sigui blanca i de plàstic PP i que les peces siguin de fusta, a excepció de la cara superior que podrà ser del color que sigui, ja que es farà amb impressió 3D.

3.

Fase de desenvolupament

—

Ara que ja tenim el producte final, cal desenvolupar cada una de les seves parts i detallar-les amb més concreció. Les característiques finals del nostre producte són les següents:

- **Base:** Quadrada, de polipropilè i de color blanc.
- **Peces:** Prismes quadrangulars, de fusta sense pintar. La cara superior serà de qualsevol color donat que estarà feta de PLA i impresa en 3D.
- **So:** Cada peça tindrà dos botons integrats, un que s'utilitzarà per gravar el so que es vulgui i l'altre que serà per reproduir-lo.
- **Càrrega:** Les peces es carregaran a través de piles-botó.

3.1. Materials

Tenint en compte que els materials ja els hem seleccionat al quadre morfològic, aquí els detallarem amb més precisió, comentant característiques i el perquè s'han escollit a diferència dels altres.

- **Polipropilè (PP):** El PP, amb fórmula $(C_3H_6)_n$, és el segon plàstic més utilitzat arreu del món gràcies a les seves propietats i característiques. És de la família dels polímers termoplàstics i s'utilitza en joguines, envasos, objectes d'ús domèstic, cadires, parts de vehicles, parts de rentadores, etc. Les seves principals característiques són:
 - Alta resistència química a dissolvents
 - Fàcil de modelar
 - Fàcil de tintar
 - Material lleuger
 - Alta resistència al trencament per flexió o fatiga
 - Bona resistència a impactes
 - Bona estabilitat tèrmica
 - Bon aïllant elèctric
 - No tòxic
 - Baix cost
 - Reciclable

Donades totes aquestes propietats veiem com és completament adequat a ser el material utilitzat per fer la base del producte.



Figura 23: Làmines de polipropilè

- **PLA:** L'àcid polilàctic és el material que farem servir per fer les cares superiors de les peces del puzzle. Junt amb l'ABS solen ser els dos materials més usats en la impressió 3D de plàstics. El PLA és un termoplàstic amb un gran nombre d'aplicacions fora de la impressió 3D i que, a més, és biodegradable (tot i que només en unes condicions específiques), fet que li dóna més punts a favor. Les seves característiques principals en la impressió 3D són:
 - Resistència mecànica mitja (depèn del nombre de capes)
 - Temperatura d'impressió: 190-210°C
 - Fet de blat o canya de sucre
 - Bons acabats



Figura 24: Rotllos de filament de PLA

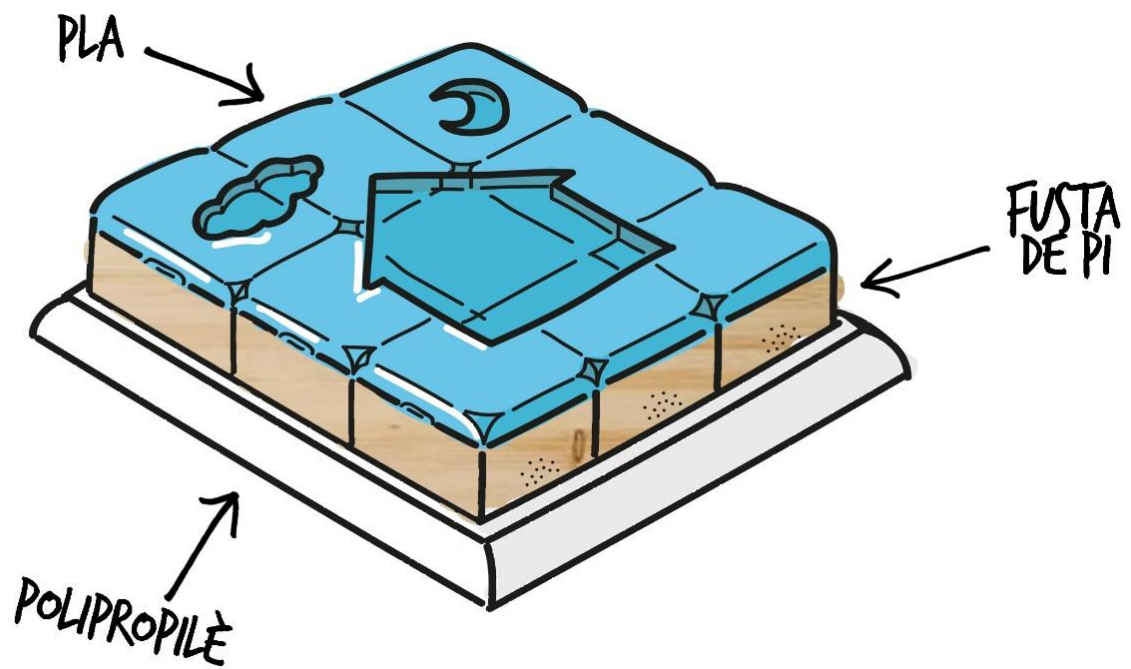
- **Fusta de pi:** Per realitzar les peces del puzzle es podia fer servir gran quantitat de fustes diferents: de roure, d'auró, de faig, de noguera, etc. No obstant ens hem decantat finalment per escollir la fusta de pi, que ja és una fusta molt utilitzada també en joguines per infants i que a més presenta les següents propietats que encaixen amb el nostre producte:
 - Fibra recta i gra mitjà
 - Fàcil de treballar
 - Fàcil serrat i polit
 - Accepta bastants acabats i vernissos
 - Fàcil d'encolar i d'atornillar
 - Preu baix
 - Material biodegradable i renovable



Figura 25: Fusta de pi

- **Altres:** Per poder crear una estructura interna viable també haurem de tenir elements de metall i també hi haurà altres components com imants o potes de goma per subjectar la base.

Aquesta és l'assignació dels materials a cada una de les parts:



Il·lustració 4: Assignació de materials

3.2. Electrònica

Com hem comentat a la fase del quadre morfològic, per fer que les peces emetin so es faran servir unes plaques que ja venen muntades i que incorporen un micròfon, dos botons (gravació i reproducció), un altaveu i els espais per posar-hi tres piles de botó. La placa incorpora ja un microcontrolador programat per realitzar la funció d'enregistrar i reproduir. Aquesta és la placa que s'utilitzarà:

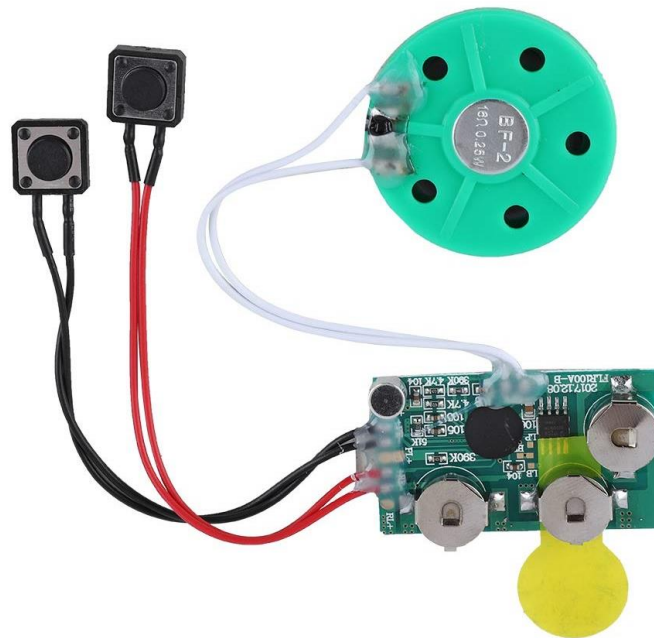


Figura 26: Placa electrònica

Les característiques de la part electrònica són les següents:

- Temps de gravació: 4 minuts.
- Voltatge de treball: 3 piles de botó (3.0V - 4.5V).
- Dos mètodes de reproducció: bucle o una sola vegada.
- Pes aproximat: 22g.

D'altra banda, les mesures dels components són:

- Botons: 12x12x5mm
- Placa electrònica: 46,5x27x9mm
- Altaveu: 40mm de diàmetre i 5mm de gruix
- Cables: 10cm de longitud

3.3. Unions i muntatges

Per anomenar les unions i els muntatges del producte cal tenir en compte que aquest està constituït de dues parts: la base i les peces. Per tant, l'anàlisi es farà per separat donat que són peces independents l'una de l'altre. Aquestes unions entre elements són els que hi hauria amb els materials esmentats prèviament i per tant, amb el producte de mercat, fet que segurament canviï amb el prototip que farem més endavant.

Base

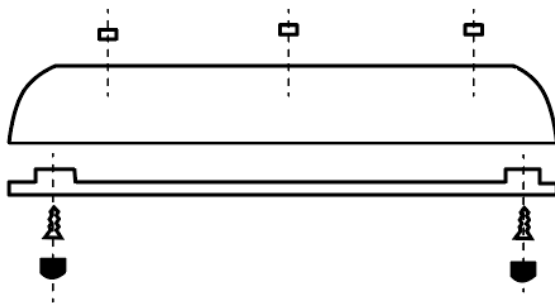
La base té 4 elements: placa de polipropilè superior, placa de polipropilè inferior, imants i potes de goma. Dins d'aquests quatre elements hi haurà dos tipus d'unió corresponents a la unió amb adhesiu líquid i a la unió amb cargols. L'ordre de muntatge de les unions serà el següent:

- **Unió 1:** Placa superior amb placa inferior unides a través de cargols.
- **Unió 2:** Potes de goma unides a la placa inferior amb adhesiu líquid.
- **Unió 3:** Imants a la placa superior unida amb adhesiu líquid o a pressió.

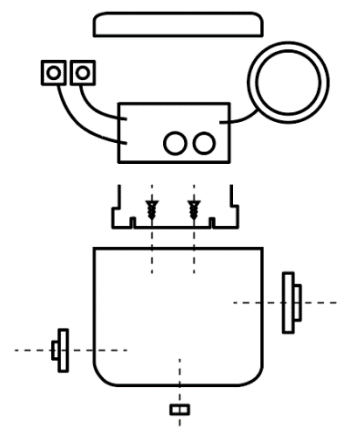
Peces

Les peces, d'altra banda, tenen més complexitat i més unions ja que tenen més elements. En aquestes hi trobem 7 elements: cos de fusta, estructures internes per subjectar els elements de la placa, botó de gravació, botó de reproducció, imant i cara superior (feta amb impressió 3D). En aquest cas també trobarem els mateixos dos tipus d'unió que abans, a més de la unió per encaix. El procés de muntatge seria el següent:

- **Unió 1:** Làmines de fusta tallades unides entre elles amb la forma de cub amb adhesiu líquid.
- **Unió 2:** Imant a la cara inferior del cos de fusta unit amb adhesiu líquid.
- **Unió 3:** Estructures internes de metall per subjectar l'electrònica unides al cos de fusta a través de cargols.
- **Unió 4:** Encaix de l'electrònica en les estructures internes.
- **Unió 5:** Encaix de la cara superior de PLA amb el cos de fusta.



Il·lustració 5: Explosionat base



Il·lustració 6: Explosionat peça

3.4. Tecnologies i processos

Per poder dur a terme la producció d'un producte cal saber quins són els passos a seguir i quines tecnologies s'han de fer servir per obtenir les formes i els acabats finals. Cada material implica una màquina i una tècnica diferent de fabricació i cada procés té un ordre determinat.

3.4.1. Tecnologies utilitzades

Per dur a terme la producció del puzzle 3D caldrà l'ajuda de diverses tecnologies, cada una específica per treballar el material que li pertoqui. Dividirem el producte en les diferents parts que té i llavors concretarem per quines màquines i quins processos haurà de passar.

- **Base:** Com ja hem comentat, la base estarà feta de polipropilè. Aquest, com la majoria dels plàstics es pot modelar amb pressió. En aquest cas en concret, es farà servir el mètode de **modelatge a alta pressió per injecció**. Aquest mètode consisteix en la introducció del plàstic granulat dins un cilindre que l'escalfa i posteriorment l'empenta i l'injecta en un motlle d'acer. Després el motlle es refrigera amb aigua per solidificar el plàstic. S'haurà de fer doncs un motlle previ d'acer.

Per realitzar aquest treball es necessitarà una **màquina d'injecció de plàstic**. Aquestes màquines solen tenir preus bastant elevats però es recuperen amb poc temps ja que el procés de modelatge per injecció és econòmic i ràpid i permet realitzar grans sèries de peces.

- **Peça (part de fusta):** La part de fusta estarà feta a partir d'una làmina de fusta que es tallarà amb les mesures indicades per crear cada una de les cares de la peça del puzzle. Per tant, per acabar obtenint el resultat que volem es necessitarà primer serrar la làmina, després encolar les peces i finalment polir les arestes i els vèrtex.

Les tecnologies que requereix aquest procés seran una **serra de disc** per tallar la làmina i una **polidora** per arrodonir les vores que puguin ser perilloses.

- **Peça (part de plàstic):** La part de plàstic de les peces del puzzle estarà feta amb impressió 3D. S'haurà d'estudiar la configuració que sigui òptima a aplicar per tal d'obtenir les impressions amb la millor qualitat però sense fer servir més material del necessari.

Lògicament, la tecnologia utilitzada per la fabricació d'aquesta part requereix una **impressora 3D** de plàstic.

- **Peça (botons):** Els botons també estaran fets de fusta de pi. En aquest cas, però, es necessitarà un procés diferent ja que han de tenir una forma més complexa i per això es farà servir una màquina de control numèric o **CNC**.

3.4.2. Processos de fabricació i assemblatges

Ara que ja tenim tota la informació sobre les tecnologies a utilitzar i el modelatge dels diferents materials cal veure quin seria el procés de fabricació per arribar al producte final. També veurem en quin moment del procés es van afegint els diferents components tant de la base com de les peces.

A continuació, farem un índex de tots els processos i, posteriorment, il·lustrarem l'ordre amb un esquema.

1. Tallar làmina de fusta
2. Enganxar fustes tallades
3. Polir vores
4. Envernissar cub de fusta
5. Adherir imant
6. Cargolar estructures internes de metall
7. Modelar botons
8. Encaixar botons
9. Encaixar electrònica
10. Impressió en 3D de la cara superior del puzzle
11. Encaixar cub de fusta amb la cara superior impresa
12. Injecció de polipropilè per formar la placa superior
13. Injecció de polipropilè per formar la placa inferior
14. Cargolar la placa superior amb la inferior
15. Adherir potes de goma a la placa inferior
16. Adherir imants a la placa superior
17. Pintar lletres del logotip de la base

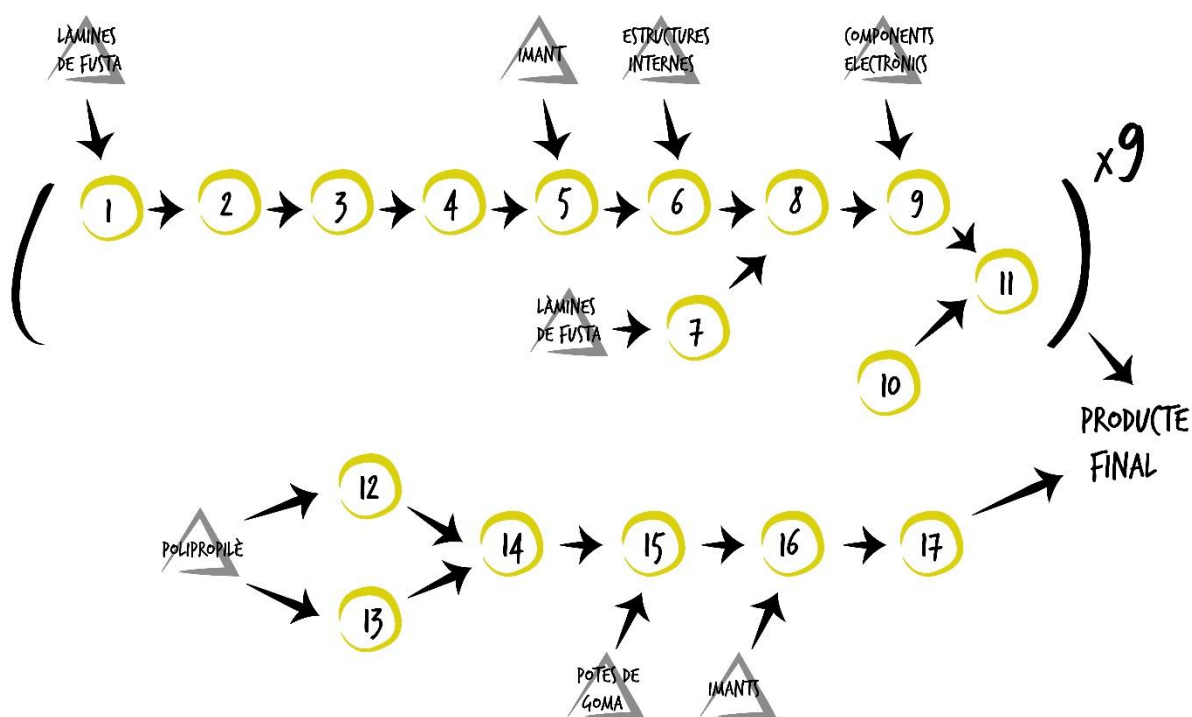


Figura 27: Esquema de processos

3.5. Anàlisi ambiental

A l'hora de llençar un producte és important tenir en compte els factors que poden afectar al medi ambient i la repercussió que aquest pot causar en ell. Sempre és prioritari fabricar objectes amb una vida llarga i que, un cop aquesta conclou, es puguin reciclar o fins i tot se'ls pugui donar una segona vida.

En el cas del nostre producte comptarem que hauria de tenir una vida útil de com a mínim 5 anys donat que aquest va destinat a edats compreses entre els 2 i els 6 anys. És important que algú que compri aquest producte per a un infant de 2 anys pugui tenir la seguretat que aquest el podrà acompanyar com a mínim fins els 6 anys. El fet que el producte sigui variable i amb puzzles intercanviables, li dóna més força a aquest raonament donat que el mateix es pot anar adaptant a les diverses etapes de vida de l'infant proporcionant-li més coneixements i educant segons li convingui.

Un cop conclosa la vida útil de producte, el més segur és que les parts d'aquest es reciclessin. En el cas de voler-li donar una segona vida s'hauria de fet un estudi buscant altres utilitats possibles, que de moment no hem trobat.

Quant als materials, els tres més importants del producte, polipropilè, PLA i fusta de pi, són tots reciclables. De fet, el PLA, com hem comentat prèviament, és biodegradable tot i que només en unes condicions ambientals específiques que n'afavoreixen la descomposició. D'altra banda, actualment també s'estan desenvolupant algunes màquines que proporcionen una segona vida als



Figura 28: Strooder

plàstics utilitzat en impressió 3D. Aquestes fan la funció de tornar a fondre el plàstic i extruir-lo tot creant un nou rotllo de filament reutilitzat. Un exemple d'aquestes màquines és *Strooder* tot i que actualment no està al mercat ja que està en fases de desenvolupament. Es pot veure l'informe de sostenibilitat que analitza l'impacte de la fabricació d'aquest producte que genera *SolidWorks* a l'**ANNEX D**.

És important també comentar que les peces incorporen un xip electrònic que no es pot reciclar i que, un cop es volgués llençar el producte, s'hauria de portar a una deixalleria perquè se n'encarreguessin, així com del suport metàl·lic que manté la placa i els components al seu lloc.

Una alternativa per fer el producte més sostenible també podria ser el fet d'assignar la fusta de pi també com a material per la base, fet que ja s'havia plantejat al quadre de disseny però es va descartar ja que es va tenir en compte abans la part econòmica i la velocitat de fabricació, que era millor en els dos àmbits amb polipropilè.

3.6. Imatges renderitzades

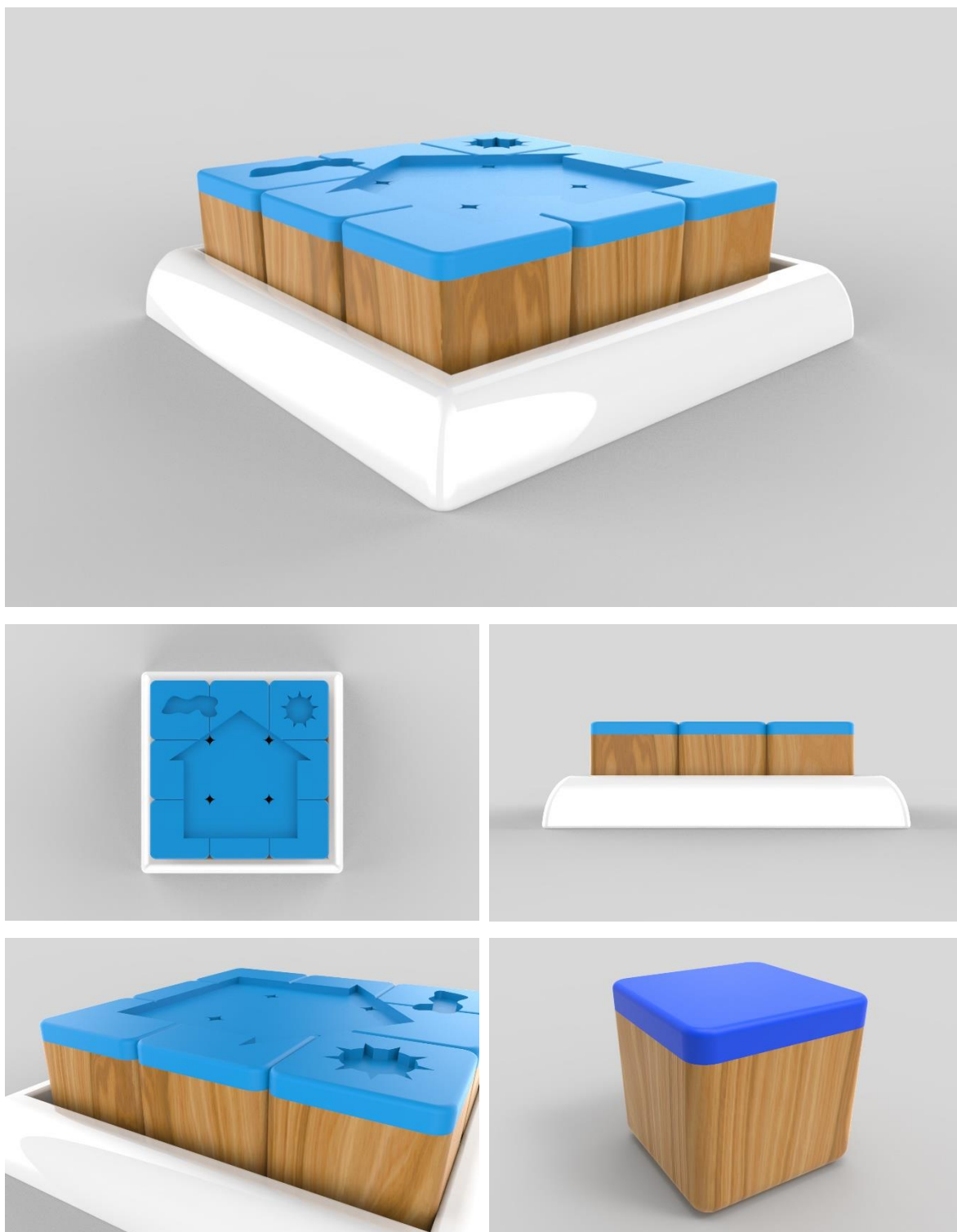


Figura 29: Imatges renderitzades

4.

Comunicació del producte

—

Tenint en compte que el producte que estem dissenyant és un joc apte per vendre a les botigues de joguines, és necessari plantejar la imatge d'aquest. Qualsevol joguina que puguem trobar a una botiga té un nom, un logotip de fabricant o marca, un eslògan coherent amb el producte, etc. Nosaltres en aquest cas ens centrarem en tres pilars fonamentals: *branding*, catàleg (o variacions) i web o xarxa.

4.1. **Branding**

En aquest primer apartat definirem el primer que es coneix d'un producte que sol ser el nom (*Playmobil*, *LEGO*, *Jenga*, etc...) i el corresponent logotip. Aquests dos elements estaran presents a qualsevol part del producte, ja sigui físic (en el mateix producte, en el *packaging*) com no físic (pàgina web, anuncis, etc.). Tant en el nom com en el logotip buscarem la forma perquè quedi el màxim de fusionat i coherent amb el producte i el que aquest representa.

4.1.1. Nom comercial

Per establir un nom comercial pel producte és adequat començar per definir els conceptes inclosos en aquest, és a dir, tots aquelles paraules relacionades amb la forma i la funció d'aquest:

- Cec/Blind
- Impressió 3D
- Puzzle
- So/Sound
- Escoltar/Hear
- Tocar/Touch
- Encaixar/To fit in
- Cub/Cube

Generalment, aquests són els conceptes que defineixen el producte en qüestió. A partir d'aquí hem fet servir el mètode del *brainstorming* per tal de treure el màxim d'opcions possibles de nom pel producte. El resultat d'això són un conjunt de paraules fruit de la combinació i la derivació dels conceptes inicials:

- Hear&Touch
- HeTo
- H&T
- Cubix
- Cub3d
- 3D Puzzle
- PUZZL3D
- Puzzled
- Soundfitin
- Blin(3)d
- HearMoveTouchFit

Finalment, el nom escollit de tota aquesta llista ha estat el de PUZZL3D (llegit com puzzled, com si el 3 fos una 'e') donat que ajunta els conceptes de Puzzle i impressió 3D en una sola paraula.

També s'ha seleccionat aquesta opció després de descartar les altres. Per un costat, hem cregut que les idees relacionades amb la ceguesa no eren adequades pel producte ja que volem que vagi destinat a qualsevol públic, no només enfocat als infants invidents, per fomentar la inclusió. Altres opcions com *Cubix* o *Cub3d* tampoc eren del tot apropiades ja que, tal i com hem comentat a la fase de la busca d'alternatives, hi haurà diverses versions del producte on les peces no seran cubs.

D'altra banda, els conceptes relacionats amb els aspectes sensorials sí que els volíem incloure d'alguna forma. En aquest cas no encaixaven gaire en el nom del producte però sí que encaixen com a eslògan. Així doncs, el nom complet seria el següent

PUZZL3D: Escolta, mou-te, toca, encaixa.

Aquestes quatre paraules són les accions que requereix el joc. En primer lloc s'ha d'escoltar per saber on és la peça, en segon lloc t'has de moure fins el lloc on es troba la peça i tornar a la base, a continuació has de tocar les diferents peces per saber quina forma tenen i finalment has d'encaixar-les per poder completar el puzzle en qüestió.

4.1.2. Logotip

Un cop definit el nom del producte cal triar un símbol que representi la marca. El resultat final del logotip s'ha obtingut després de fer una recerca de les icones que representen els conceptes esmentats prèviament a l'apartat del nom comercial. La combinació de conceptes ha estat la següent:

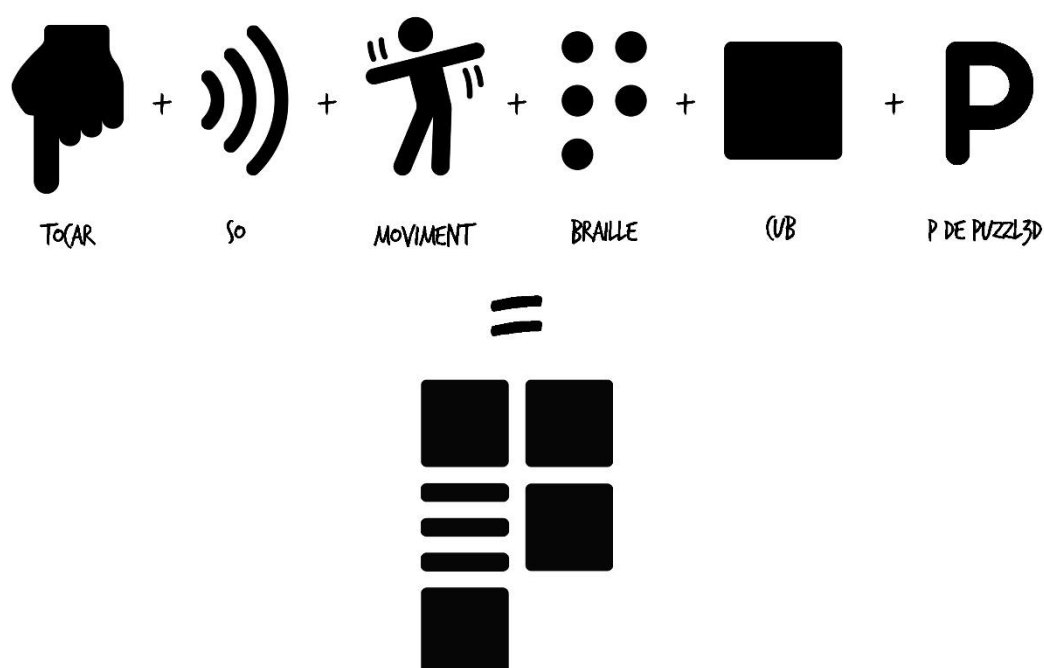


Figura 30: Combinació conceptes

Els conceptes es veuen reflectits en el logotip d'aquesta forma:

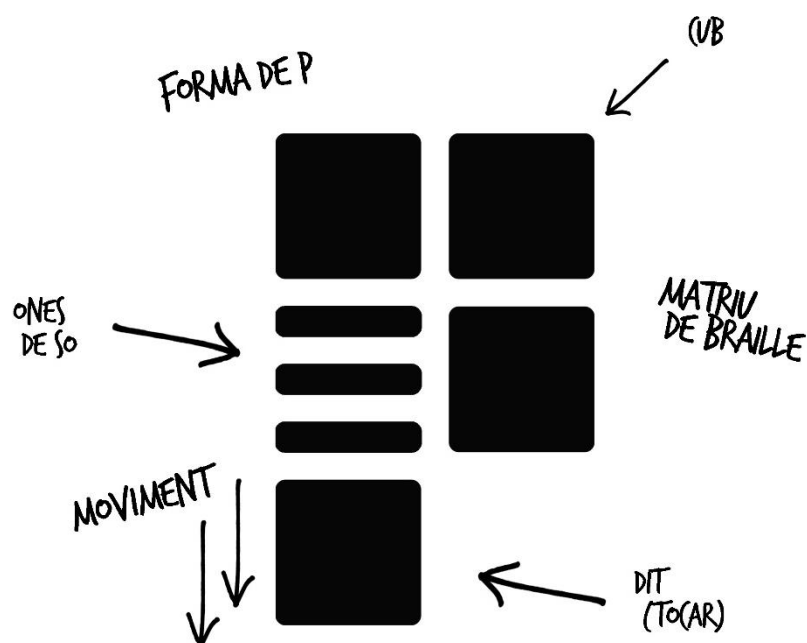


Figura 31: Explicació del logo

Posteriorment s'ha buscat una tipografia per PUZZL3D que concordi amb el logotip. En aquest cas s'ha triat una tipografia amb les vores arrodonides perquè conjunti amb les vores arrodonides del logotip. La tipografia és *Leonardo Rounded*.

PUZZL3D

Figura 32: Tipografia del logo

Un cop creats el logotip i la tipografia s'ha de trobar la forma de disposar-los junts d'una forma coherent. Per aquest producte hem fet dues versions: una versió vertical i una versió horitzontal. Cada versió s'adequarà a un lloc específic.



Figura 33: Logo i nom 1

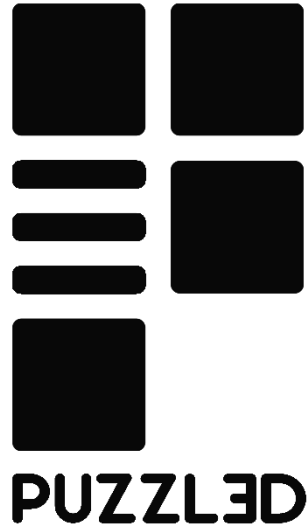


Figura 34: Logo i nom 2

Finalment, hem volgut fer una variació que incorporés una mica de color per fer-ho més agradable i atractiu pels infants. Hem escollit el color blau, que es sol identificar amb tecnologia, confiança i coneixement.



Figura 35: Logo i nom 1 amb color



Figura 36: Logo i nom 2 amb color

4.2. Catàleg

A la fase del quadre morfològic vam poder veure les diverses alternatives viables del mateix producte i, tal i com vam dir, tot i definir-ne una pel producte principal també era una bona opció el fet d'oferir variants de forma d'aquest.

Així doncs, trobem al catàleg un total de 4 variants que també estarien disponibles a les botigues i que ofereixen un gran ventall de possibilitats més: dissenys més diversos, de més o menys dificultat, adaptació a noves formes, etc.

PUZZL3D Quadrangular

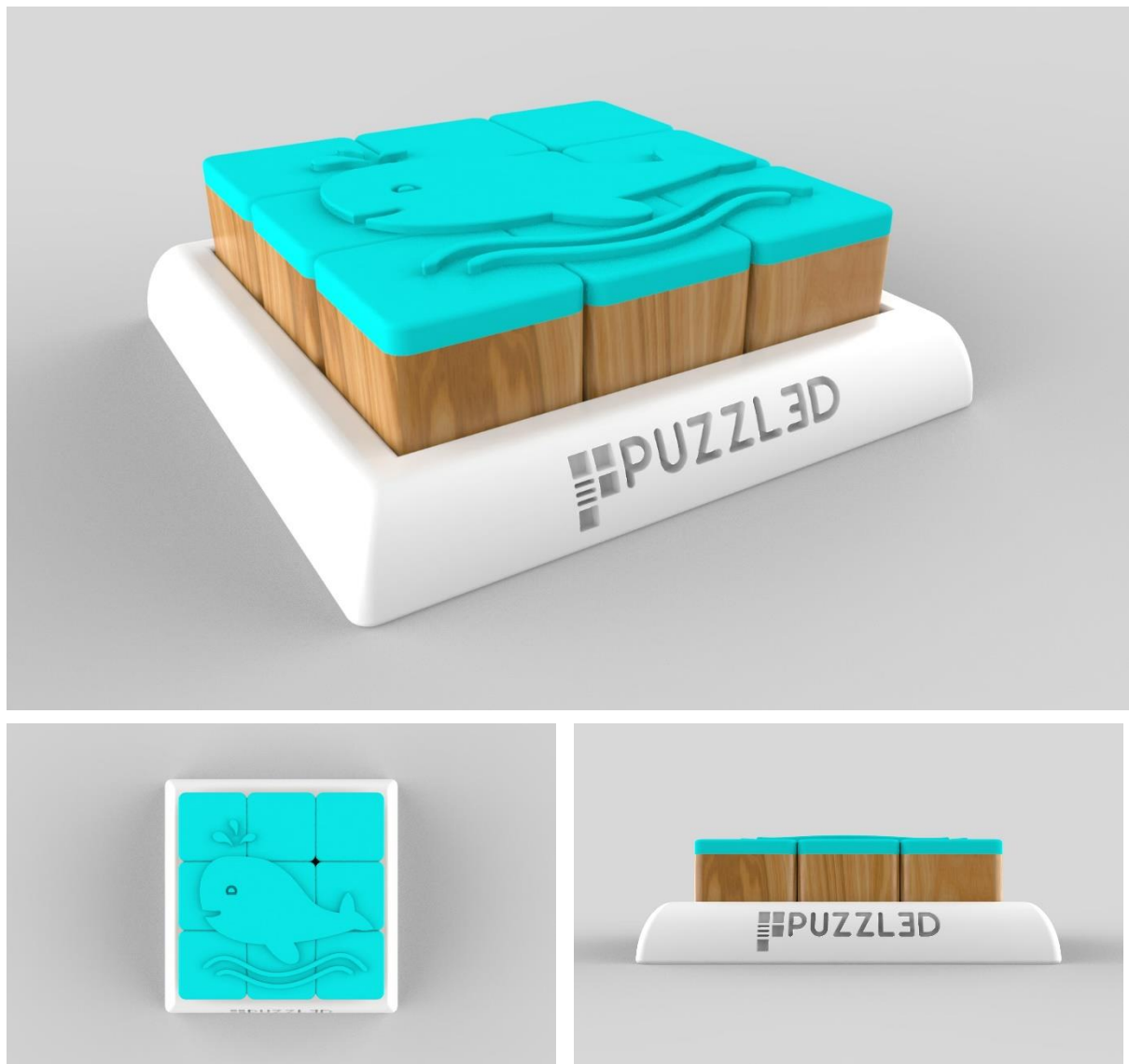


Figura 37: PUZZL3D Quadrangular

PUZZL3D Hexagonal

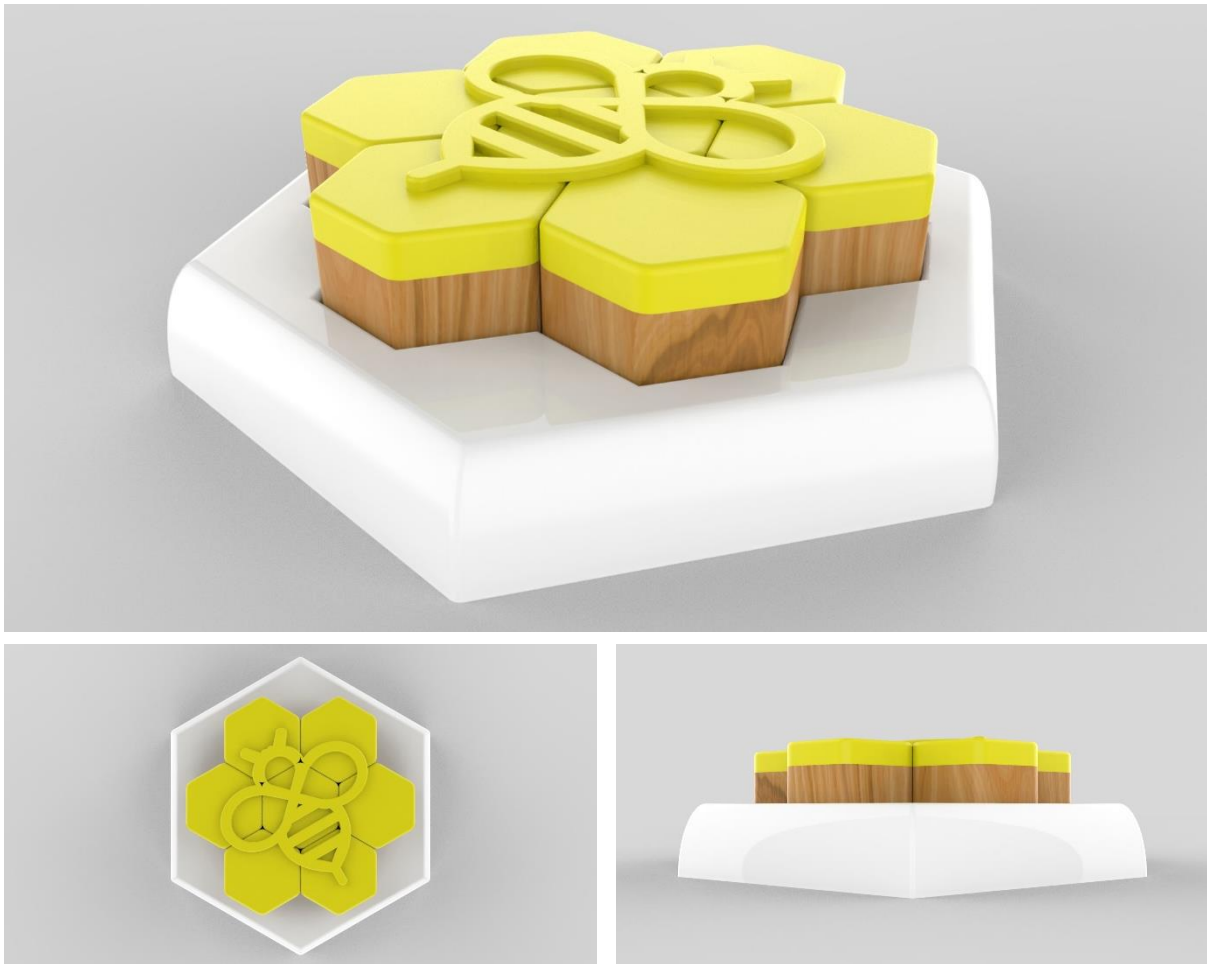


Figura 38: PUZZL3D Hexagonal

PUZZL3D Triangular



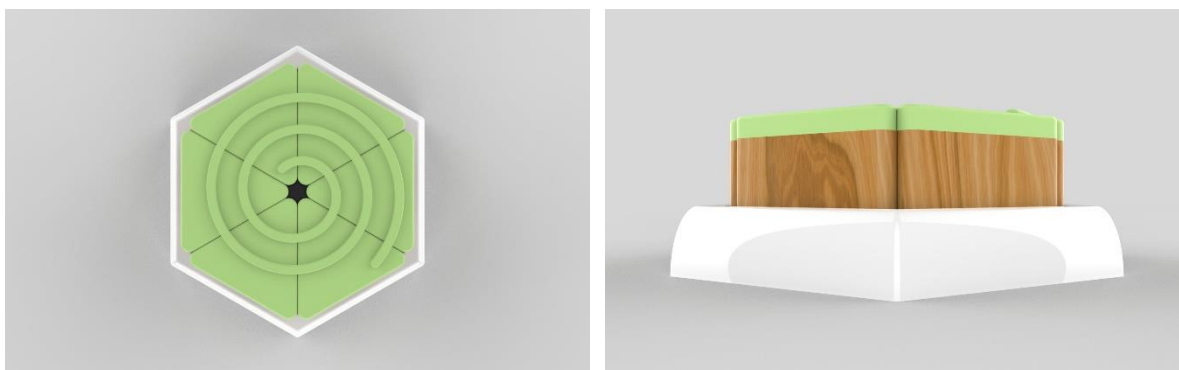


Figura 39: PUZZL3D Triangular

PUZZL3D Romboïdal

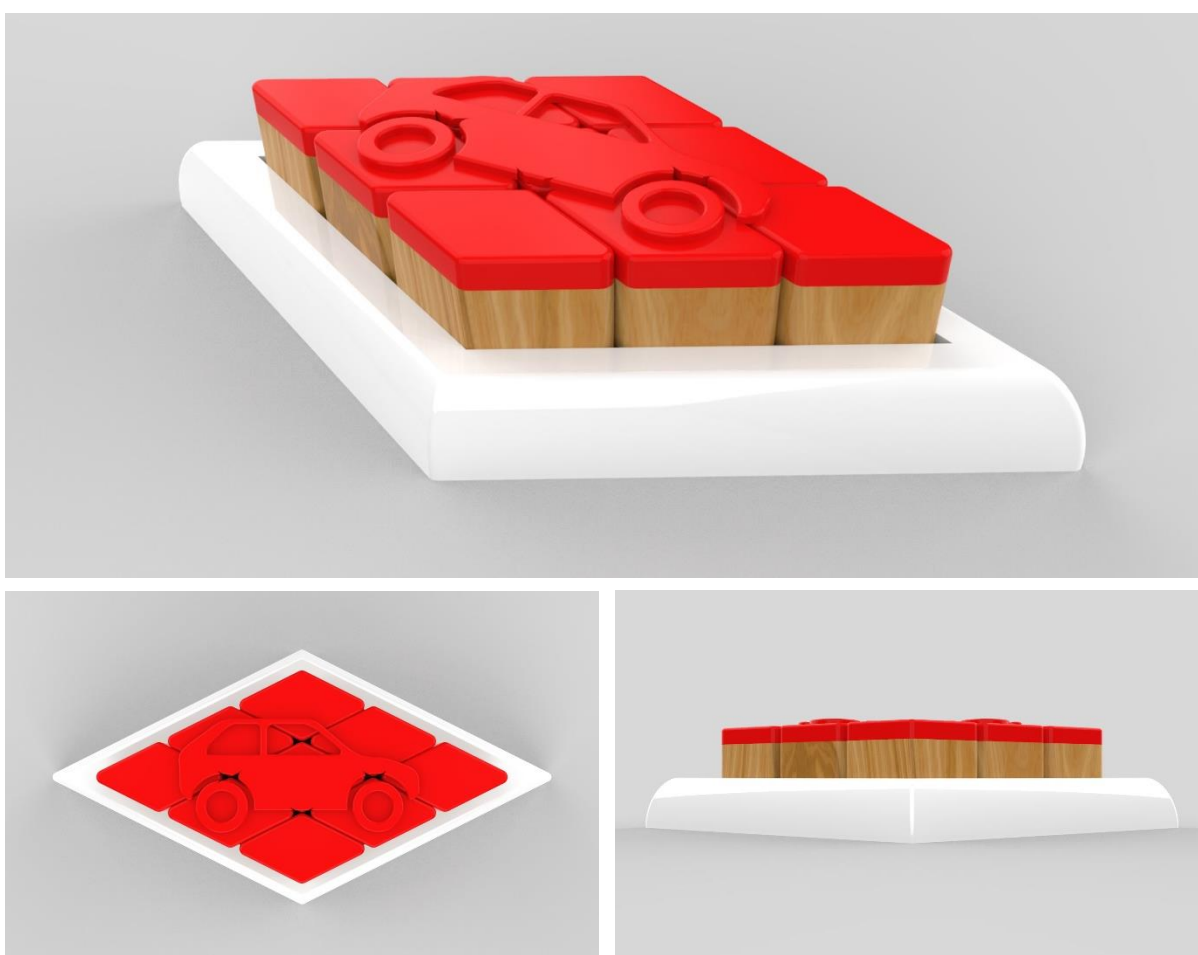


Figura 40: PUZZL3D Romboïdal

4.3. Web - Xarxa

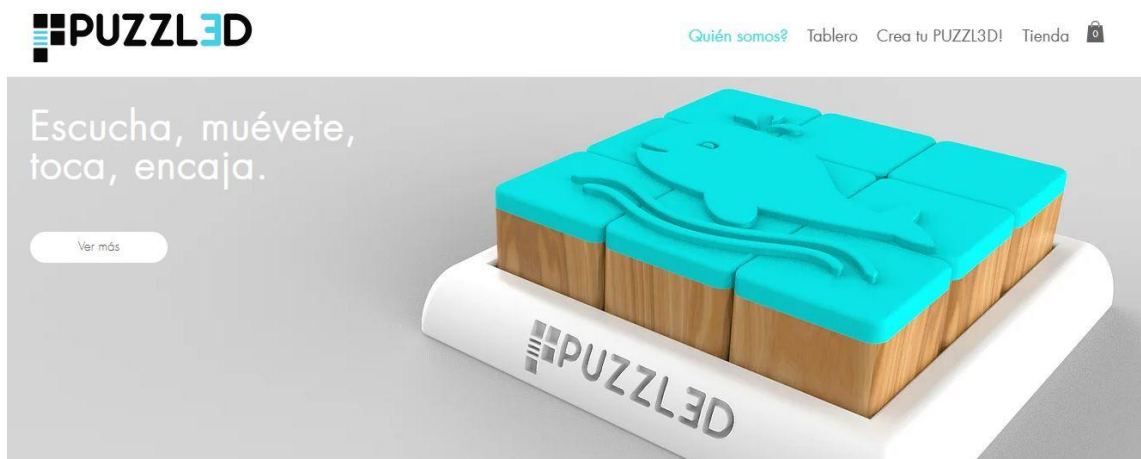
La pàgina web constituirà una part molt rellevant dins del producte de PUZZL3D. Aquesta no serà tan sols una via per vendre els productes *online*, també serà una biblioteca de dissenys de puzzles encaixables amb producte físic. La pàgina web tindrà doncs 3 apartats principals:

- **Botiga *online*:** Els productes del catàleg estaran tots a la pàgina web perquè la gent els pugui comprar i rebre'ls a casa. Com a afegit, també hi haurà diversos dissenys de puzzles (només la part impresa en 3D de les peces) per tal que els usuaris que no disposin d'impressora 3D per fer-se les pròpies variacions també puguin disposar d'alternatives pels seus productes.
- **Taulell de dissenys:** Aquesta part de la pàgina web es podria dir que és la més important ja que consistirà en un espai on qualsevol podrà penjar els seus dissenys de puzzles 3D. Actualment ja existeixen pàgines on es penjen models 3D per ser impresos, una d'elles és *Thingiverse*, però crear una que sigui únicament i específica per dissenys de puzzles fa que sigui més fàcil el fet de penjar dissenys o trobar-ne. La idea és, per tant, que tothom pugui pujar dissenys o per contra baixar-se'ls per imprimir-los amb alguna impressora 3D.

El fet d'obrir un espai per penjar dissenys obre un món de possibilitats i dona peu a que particulars puguin plasmar les seves idees i compartir-les. En el cas dels infants amb ceguesa també seria un punt molt positiu ja que experts en la matèria o inclús gent que té contacte amb aquests podrien desenvolupar puzzles que treballassin molts altres aspectes.

- **Assistent de creació de puzzles:** Finalment, aquest apartat de la pàgina web serà una ajuda per aquelles persones que no sàpiguen modelar. L'usuari del producte haurà de pujar una imatge en un format específic i llavors se li generarà el model 3D del puzzle amb la forma que tinguí la imatge. D'aquesta forma es fa molt més accessible el procés de creació.

Així quedaria la pàgina web:



5.

Fase de prototipatge

—

5.1. Materials pel prototip

Abans de començar a desenvolupar el prototip del producte hem de decidir quins materials farem servir ja que molts cops els materials i les tecnologies assignades al producte final no estan a l'abast de l'usuari.

En el nostre cas el producte estava format per tres materials principals: el polipropilè, el PLA i la fusta de pi. El polipropilè és un plàstic que es pot aconseguir fàcilment en làmines però el modelatge del qual requereix d'una maquinària complexa i costosa i, pel que fa a la fusta, és cert que també es pot aconseguir en làmines però el tractament d'aquesta si no es disposa de les eines necessàries suposa un esforç molt gran i una gran dedicació de temps.

És per això que per desenvolupar aquest prototip hem decidit fer-lo completament amb impressió 3D, utilitzant diferents tipus de filaments de PLA perquè cada part quedi el màxim de semblant a l'original. Afortunadament disposem d'una impressora 3D, concretament d'una *Creality Ender-3*, per imprimir cada una de les parts amb el material corresponent.



Figura 41: Creality Ender-3

Farem servir un total de 4 filaments per realitzar el prototip de PUZZL3D. Per la base farem servir un filament de color blanc, pel cos de les peces utilitzarem un filament que imita la textura i el color de la fusta i per les parts superiors farem servir dos filaments que tinguin colors atractius per als infants: un de color blau turquesa i un de color corall.

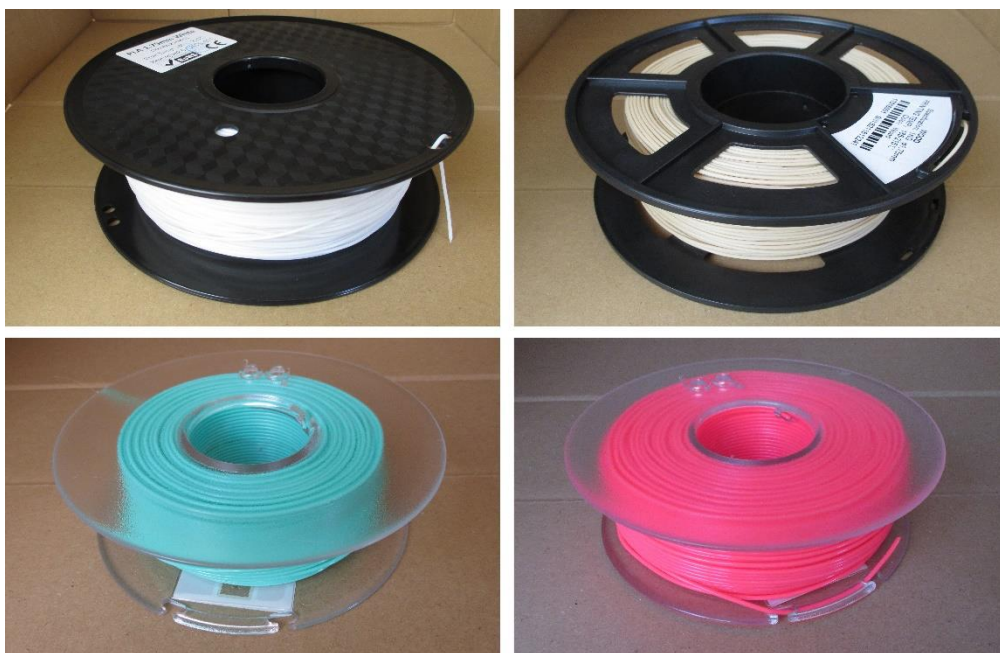
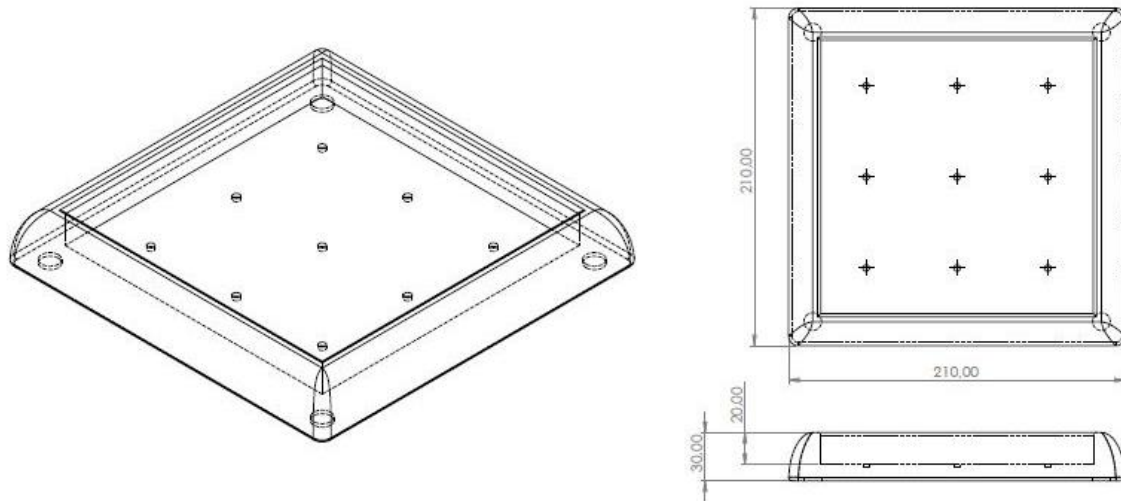


Figura 42: Filaments pel prototip

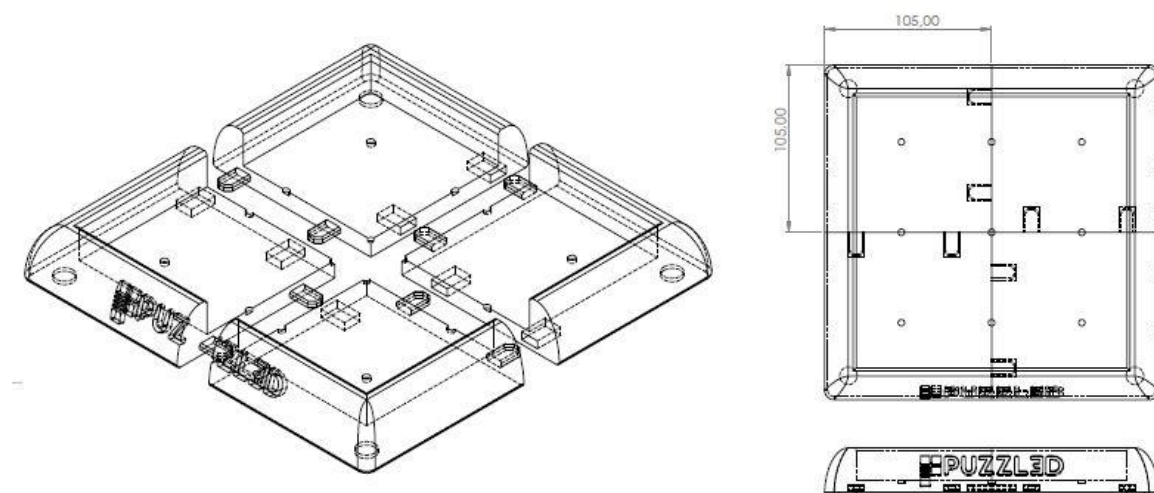
5.2. Base

Per construir la base del prototip, primerament, hem realitzat el modelatge amb *SolidWorks* d'aquesta. Les mesures s'han assignat partint de les dimensions que tindrien els cubs, que serien 55mm per costat. També hem afegit uns petits forats a la part superior perquè hi puguin anar imants que ajudin a la col·locació de les peces i uns forats a la part inferior per posar-hi unes potes de goma perquè la base no rellisqui. Aquestes són les dimensions genèriques assignades a la base:



Il·lustració 7: Plànol base d'una peça

Tal i com podem veure, la base mesura pràcticament 21x21cm. Això ha fet que no es pogués imprimir tota de cop a la impressora 3D ja que les dimensions màximes d'impressió són de 20x20cm. És per això que hem dividit la base en 4 parts, afegint uns sortints i unes ranures per tal que es puguin encaixar un cop impreses. També hem afegit el logotip de PUZZL3D.



Il·lustració 8: Plànol base de quatre peces

Els plànols més detallats es poden trobar a l'**ANNEX E**.

Finalment, posteriorment a crear el model 3D l'hem convertit en un fitxer *.stl* i l'hem processat amb un programa de *slice* (on es configuren les diferents capes, la densitat, l'entramat interior, etc) anomenat *Cura* i li hem establert la següent configuració:

- Densitat: 15%
- Patró d'entramat: Reixa
- Número de capes sòlides inferiors: 2
- Número de capes sòlides superiors: 3
- Número de perímetres: 3
- Amb suports

Finalment aquests són els resultats impresos:

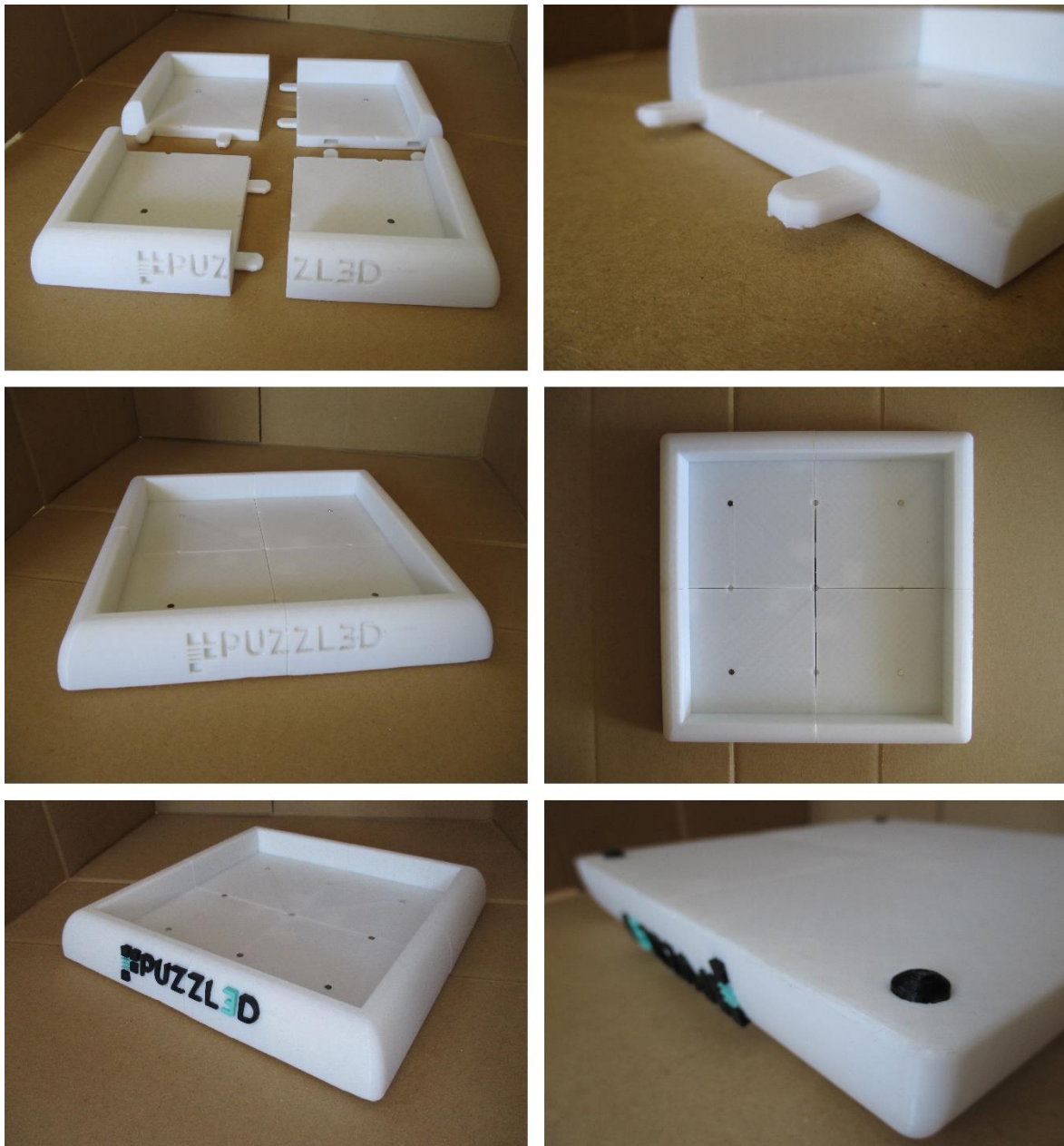


Figura 43: Imatges prototip base

5.3. Peces

Les peces són les parts que requereixen de més ajustos dimensionals. Hem volgut dissenyar la peça per tal que tots els elements de l'electrònica tinguessin el seu lloc establert i el màxim exacte possible de dimensions perquè els components no es poguessin moure lliurement per dins. Lògicament aquesta forma de dissenyar s'allunya molt de com es faria si fos fusta de pi.

Com que realitzar aquest model amb total exactitud de primeres no és gens fàcil, hem fet servir el mètode de prova-error, fent així diversos prototips i corregint mesures i disposicions segons el que es requeria. Per arribar a la solució final s'han realitzat un total de 4 prototips.

Versió 1

- Creació de forma de cub i parets
- Suport placa electrònica
- Ranura per l'altaveu
- Patró de forats per l'altaveu
- Patró de forats pel micròfon
- Forat botó gravació
- Forat botó reproducció

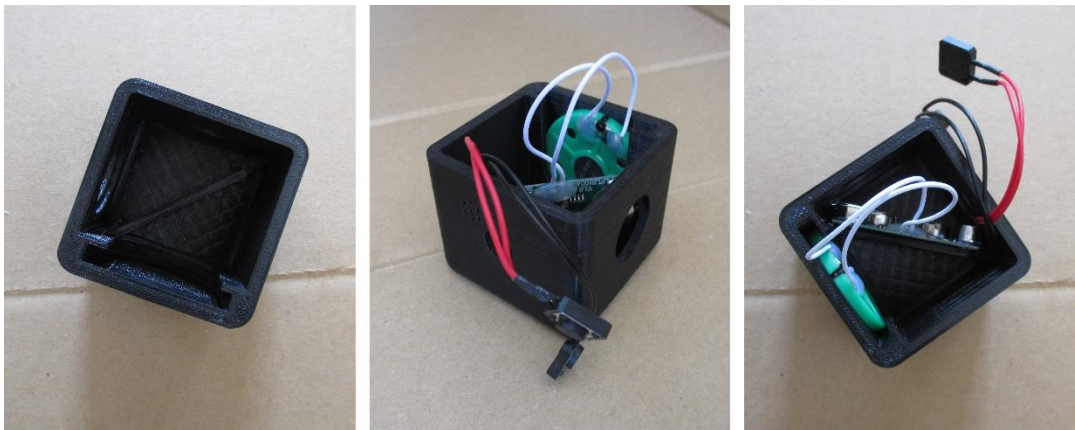


Figura 44: Imatges prototip peça v.1

Versió 2

- Redimensionament suport placa electrònica
- Redimensionament ranura per l'altaveu
- Canvi de situació del forat pel botó de reproducció a la cara oposada
- Canvi en la disposició del forat del botó de gravació i del patró de forats de gravació
- Addició de rails per poder entrar les peces dels botons
- Addició de suports pels botons

- Addició d'unes pestanyes per encaixar la part de baix amb la cara superior
- Modelatge botons

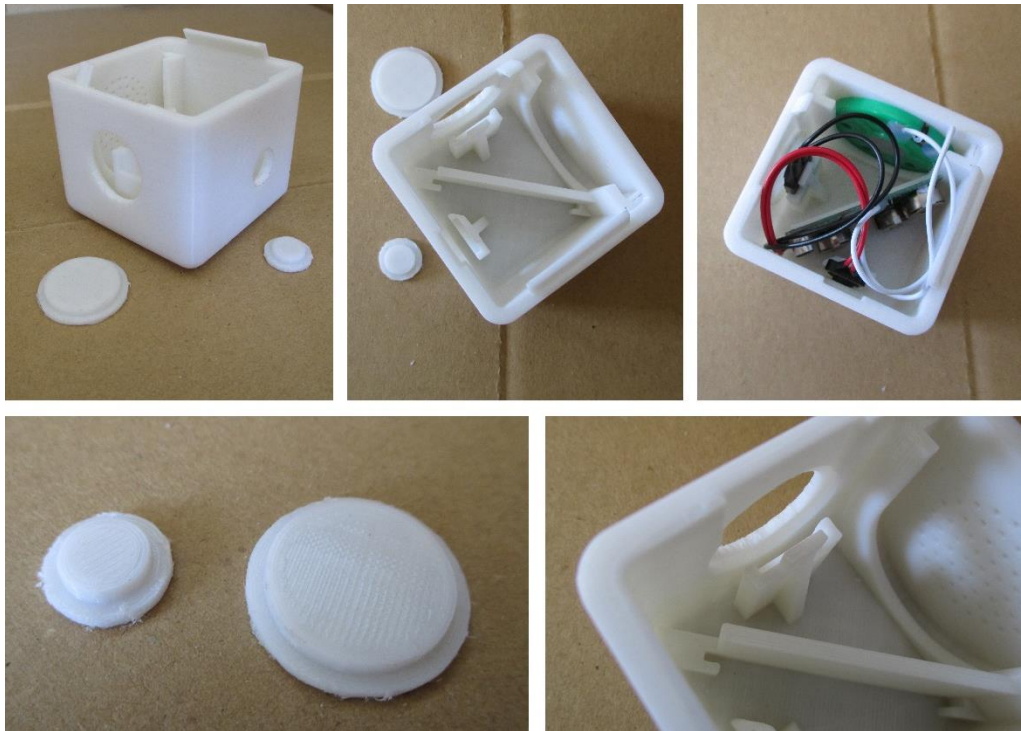
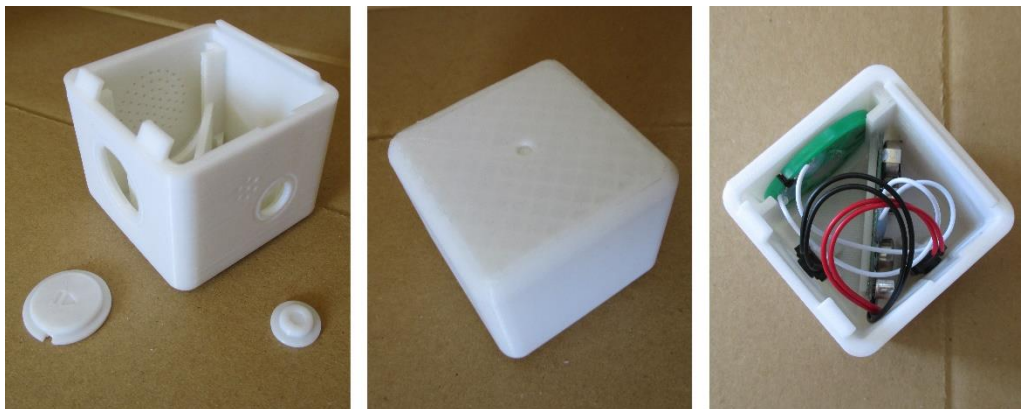


Figura 45: Imatges prototip peça v.2

Versió 3

- Addició forat imant
- Redimensionament rails
- Addició logotip
- Addició d'un entrant al voltant del botó per poder-lo detectar millor
- Bloquejador de gir del botó de reproducció en la peça i el botó
- Addició de les formes *play/pause* i *record* als botons



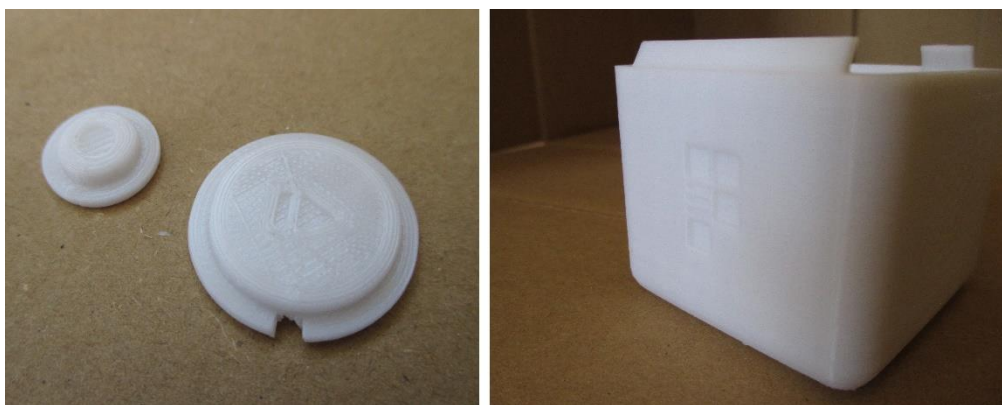


Figura 46: Imatges prototip peça v.3

Versió final

- Redimensionament ranura altaveu
- Extensió dels rails
- Redimensionament bloquejador de gir del botó de reproducció en la peça i el botó

La configuració d'impressió per aquesta versió final és:

- Densitat: 15%
- Patró d'entramat: Reixa
- Número de capes sòlides inferiors: 2
- Número de capes sòlides superiors: 3
- Número de perímetres: 3

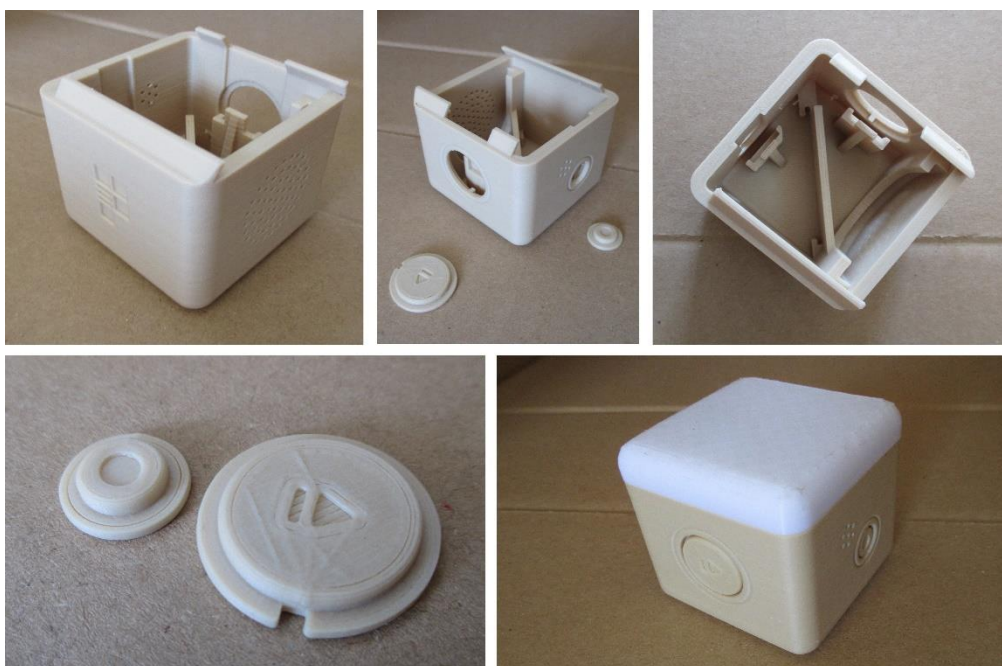


Figura 47: Imatges prototip peça versió final

A l'igual que amb la base, els plànols més detallats es troben a l'**ANNEX E**.

5.4. Puzzle

El puzzle equival a la cara superior dels cubs. Per poder constituir aquesta part del producte, també hem fet servir el mètode de prova-error tot i que en aquest cas les modificacions d'una versió a l'altra són pràcticament insignificants. Podríem reduir les versions fetes de la cara superior a dues.

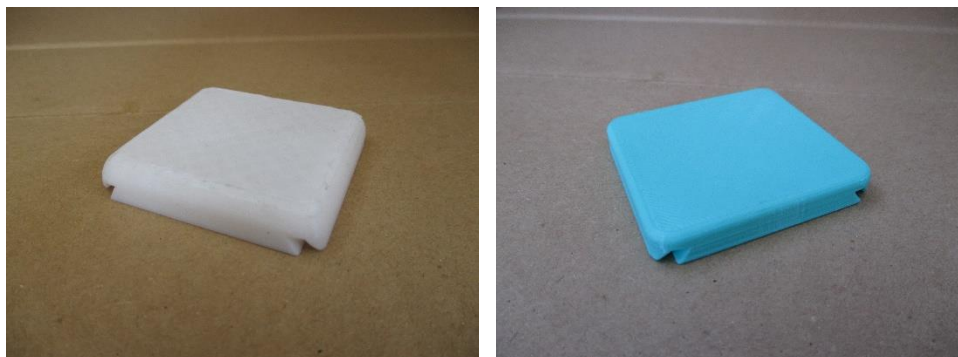


Figura 48: Cara superior. Versió 1 i 2 respectivament

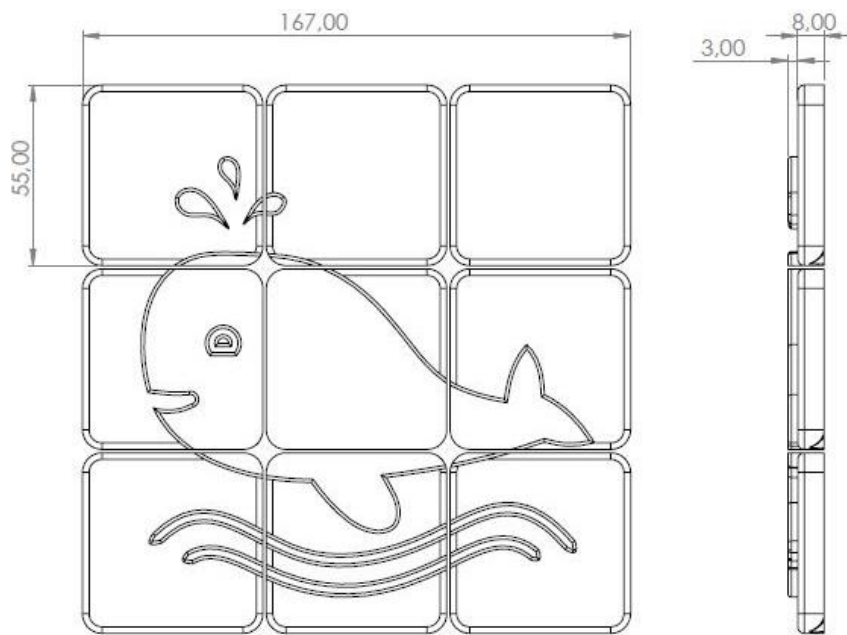
Un cop establertes les dimensions correctes en la versió 2 de la cara superior hem creat una matriu 9x9 d'aquesta peça per tal de constituir els dibuixos que formaran els puzzles. La matriu està feta per poder-se imprimir tota a la vegada. Hem buscat que el primer dibuix fos agradable i orientat al públic que farà servir aquest producte, que com podem recordar són infants d'entre 2 i 6 anys.

En un primer moment es va realitzar el dibuix tal i com s'havia plantejat a l'inici, és a dir, amb profunditat i no pas amb relleu. No obstant, un cop imprès vam arribar a la conclusió que reconèixer una forma amb profunditat era més complicat ja que el contorn s'havia de resseguir amb el dit per la cara interior i això desafavoria la interpretació mental del dibuix. A més, els radis de les arestes de la cara superior eren massa accentuats i això feia que hi hagués menys continuïtat entre peces. Aquest n'és el resultat:



Il·lustració 9: Matriu amb balena prova

Així doncs, després de la primera provatura de puzzle hem fet la segona versió (i definitiva) en què el dibuix està amb relleu cap a fora i el radi de les arestes és menor, millorant així la continuïtat d'aquest. Aquestes són les mesures principals de la matriu (les mesures detallades es troben a l'**ANNEX E**):



Il·lustració 10: Matriu amb balena

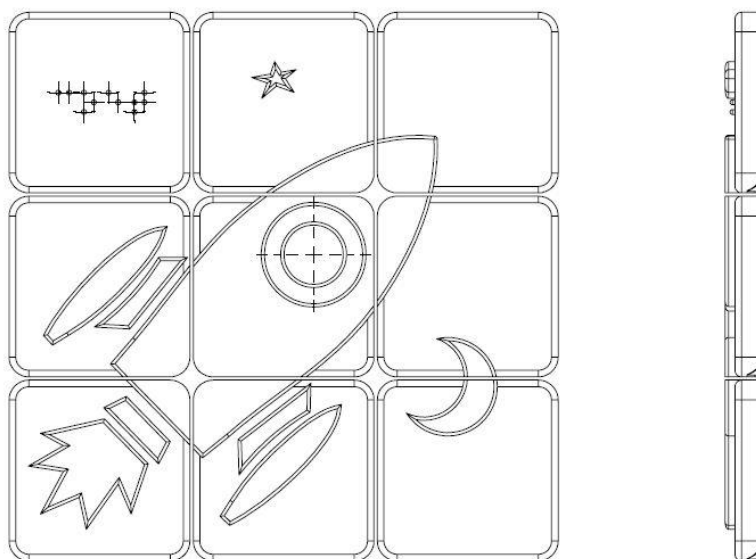
La configuració d'impressió pel puzzle ha estat la següent:

- Densitat: 10%
- Patró d'entramat: Reixa
- Número de capes sòlides inferiors: 2
- Número de capes sòlides superiors: 3
- Número de perímetres: 3



Figura 49: Imatges prototip balena

Finalment, també hem elaborat una segona versió, aquest cop d'un altre color (corall) i amb una forma diferent i més complicada. Aquesta segona forma és doncs un coet, una estrella i una lluna, molt orientat també a infants petits per l'estil de dibuix. A aquesta segona versió també li hem afegit braille a una de les peces, en concret la traducció de la paraula *coet*. Les mesures són les mateixes.



Il·lustració 11: Matriu amb coet

Hem fet servir també la mateixa configuració d'impressió que en el cas de la balena. Aquest n'és el resultat:

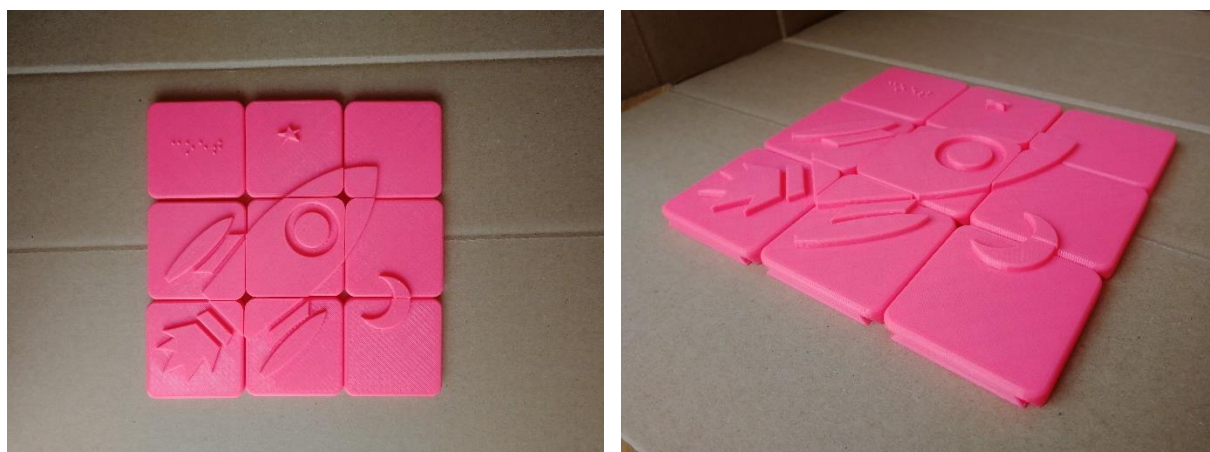


Figura 50: Imatges prototip coet

5.5. Imatges del prototip sencer

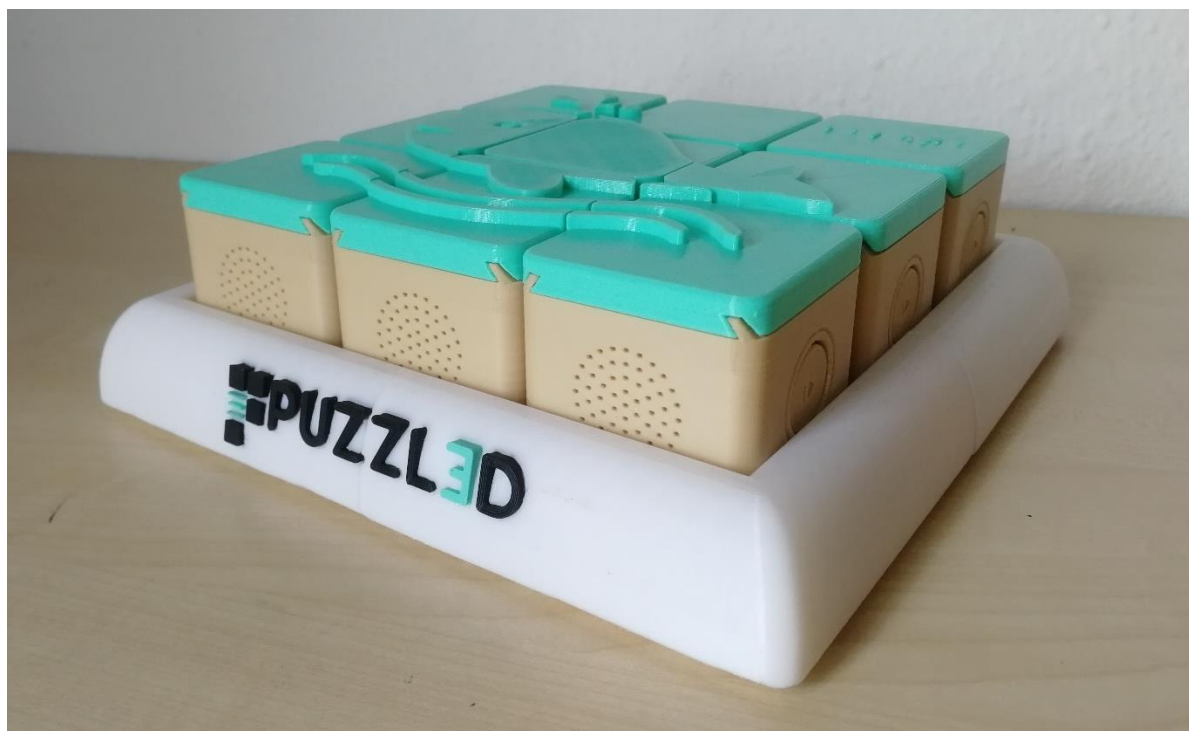


Figura 51: Imatges prototip sencer balena



Figura 52: Imatges prototip sencer coet

5.6. Costs de producció

Per concloure amb la fase de prototipatge farem un anàlisi dels costs de producció del prototip. Tindrem en compte tots els materials utilitzats, així com també els costs de l'energia que ha utilitzat la impressora 3D durant les hores que ha estat activa imprimint, l'amortització de la impressora 3D i finalment també les hores de treball.

Dividirem els costos en dues taules. En una taula hi haurà tots els costs relacionats amb la fabricació del producte i a l'altra hi haurà els costs atribuïts a les hores de treball (ideació, modelatge, processat, etc.) del dissenyador.

Així doncs, aquests són els **costs** relacionats amb la **fabricació del producte**:

PRODUCTES	COST
Xips gravadors i emissors de so (2) (9,09€/u)	18,18€
Filament PLA Wood Enotepad 1kg	24,89€
Filament PLA Turquesa BQ 300g	7,99€
Filament PLA Coral BQ 300g	7,56€
Filament PLA Blanco ELEGOO 1kg	14,99€
COST ELECTRICITAT <ul style="list-style-type: none">• Cost de llum: 0,12€/kWh• Consum impressora: 0,5kW Cost per hora: 0,06€	6,36€ (0,06€/h x 106h (aprox.))
COST AMORTITZACIÓ IMPRESSORA 3D 0,10€/h	10,6€ (0,10€/h x 106h (aprox.))
COST TOTAL FABRICACIÓ	90,57€

Taula 8: Taula de costs de fabricació

El cost de fabricació del producte serien **90,57€** doncs però hi ha dos factors que alterarien aquesta xifra: en primer lloc, només s'han comprat 2 xips de so de 9 peces que té el puzzle. Això s'ha fet així donat que comprar els 9 suposava una despesa important que en el nostre cas s'ha cregut que no era rellevant ja que són 9 peces iguals que fan la mateixa funció i amb dos exemples ja n'hi havia suficient.

Si es volguessin afegir els altres 7 xips, la xifra es veuria incrementada 63,63€, pujant així el cost de fabricació a 154,2€. No obstant, aquests xips tenen un cost així d'elevat ja que els hem comprat al detall i el preu es podria veure reduït de forma important si aquests es compressin a l'engròs.

En segon lloc, quant als filaments, hem posat el preu del que ha costat cada un dels rotllos de PLA. No obstant no s'ha gastat per complet cap dels 4 rotllos utilitzats i, de fet, es podrien utilitzar per realitzar com a mínim dos prototips més sense necessitat d'haver-ne de comprar més. Per tant, el cost real de fabricació es veuria reduït per aquesta part ja que s'hauria de comptar només el cost del filament gastat pel prototip.

A continuació mostrarem els **costs de dissenyador**, separant les diferents etapes del prototipatge amb les hores destinades corresponents. Com ja hem dit prèviament, comptarem que el sou de l'enginyer de disseny industrial està sobre els 20€/h:

PARTS I HORES DESTINADES	COST
Ideació – 4h	80€
Modelatge – 16h	320€
Processat (impressió 3D) – 3h	60€
Postproducció – 2h	40€
COST TOTAL	500€

Taula 9: Costs de dissenyador

Els costs de disseny del prototip equivalen a 500€. Les hores dedicades a cada una de les fases s'han repartit de forma aproximada donat que no hem portat el compte d'aquestes en cada un dels moments.

Finalment, aquests són els costs totals de la fase de prototipatge, fruits de la combinació dels costs de fabricació i dels costs de dissenyador. Cal tenir en compte que no hem inclòs l'import sobre el valor afegit.

Costs de fabricació	90,57€
Costs de dissenyador	500€
TOTAL	590,57€

Taula 10: Costs totals prototipatge

Per acabar, és necessari recordar que el prototip s'ha realitzat amb materials diferents als que s'utilitzarien al producte real i que, per tant, no guarden cap relació amb el cost real del producte. Aquest, a més, variaria molt segons la maquinària utilitzada, el nombre d'unitats a fer, els operaris, etc.

6.

Conclusions del treball

—

6.1. Futures vies

Un cop conclosa tota la part de desenvolupament del producte i del prototip és important parlar de quines altres idees i qualitats se li podrien afegir al projecte. En aquests tipus de treballs sempre hi ha algunes qüestions que queden fora per falta de temps o de recursos. En aquest apartat comentarem quines són les més rellevants que poguessin aportar una millora notable en el producte:

1. Provar el producte: La manera més lògica de comprovar si el producte desenvolupat és efectiu és fer que infants de les edats a les que va destinades el producte el provin. És necessari veure com reaccionen davant del puzzle i fer un seguiment per verificar que sigui una eina que millori l'aprenentatge en l'ús dels sentits d'aquests. Un cop fetes les proves es veuria si s'han de fer canvis o si s'hauria d'orientar d'una altra forma el projecte en sí.
2. Incorporar l'ús de l'olfacte: Ara mateix, el producte desenvolupat treballa tacte, oïda, orientació, mobilitat, però no treballa l'olfacte que també és un sentit important a educar pels cecs. S'hauria de buscar la manera d'incorporar olors i que tinguessin alguna funció dins el joc.
3. Desenvolupar una aplicació per controlar el so que emeten les peces i poder activar el so a distància. Tal i com està construït el producte actualment, el so es grava des d'un micròfon situat a la mateixa peça i es reproduïx pitjant un botó també situat a una cara de la peça. L'aplicació de mòbil permetria reproduir qualsevol so des del mòbil i activar-lo quan es volgués, sense necessitat d'haver d'estar en contacte amb la peça, a mode de control remot.
4. Desenvolupar la pàgina web. La web és un element fonamental per l'evolució d'aquest producte i per fer-lo més útil i personalitzat. S'haurien de desenvolupar els apartats que hem comentat anteriorment (taulell de dissenys, assistent de creació de dissenys, botiga, etc...)
5. Canviar el mètode de càrrega de les peces. Les piles són una font d'energia coneguda i fàcil d'usar i de canviar però s'han d'anar canviant i afecten greument al medi ambient. Una solució de càrrega seria implantar una càrrega inalàmbrica des de la base per cada una de les peces. D'aquesta forma, les peces es carregarien sempre que estiguessin a sobre de la base (i aquesta estigués connectada a la corrent).
6. Desenvolupar exemples dels puzzles sencers. Normalment, cada puzzle t'ensenya quina és la imatge que has d'aconseguir unint les peces perquè puguis guiar-te a l'hora de col·locar-les. Els puzzles 3D també haurien de tenir una petita placa de plàstic amb el dibuix sencer amb volum perquè els infants amb ceguesa puguin reconèixer el dibuix abans de tocar les peces per separat.

6.2. Anàlisi de resultats

Per acabar amb tota la feina realitzada és necessari fer una valoració dels resultats obtinguts. Per tal de fer-ho d'una manera útil, intentarem ser el més objectius possible, comentant les coses positives però també comentant les coses que podrien haver anat millor o que haguessin aportat més força.

Primerament, creiem que hagués sigut positiu pel treball el fet que el *target* al que va dirigit aquest treball hagués estat més present al llarg d'aquest. Hem dissenyat un producte per a infants però no hem tingut l'oportunitat de parlar amb ells en un principi per tal de fer una proposta de valor més personalitzada, ni al final per poder veure com reaccionen davant del joc creat. Hagués sigut interessant també parlar amb adults cecs de naixement per tal que ens expliquessin les seves vivències i experiències.

D'altra banda, tot i haver fet una àmplia busca de productes per infants que hi ha actualment al mercat, creiem que ens hem deixat alguns tipus a analitzar com l'àmbit de productes STEM o altres jocs interactius que potser ens haguessin proporcionat una visió diferent per encarar el disseny del joc.

Tot i això, creiem que hem desenvolupat un producte molt coherent. S'ha fet una investigació profunda que ha donat lloc a una proposta de valor interessant que, posteriorment, s'ha pogut plasmar amb una joguina que combina disseny, entreteniment i educació.

A més a més, hem trobat una funció molt important a la impressió 3D, un dels objectius principals del treball, que ha proporcionat al nostre producte un valor molt més alt del que podria tenir sense aquesta. El fet d'incorporar una part feta amb impressió 3D, com ja hem comentat, fa que s'obri un rang de possibilitats molt més gran pel que fa a la personalització i a la lliure investigació dels usuaris del producte per obtenir més quantitat de puzzles i amb funcions adaptades a cada infant. Aquest fet, combinat amb la pàgina web que incorporaria un taulell de dissenys i un assistent de creació de puzzles, fa que obtinguem un producte rodó.

Quant al prototipatge cal dir que ha estat fàcil obtenir un prototip en condicions gràcies a disposar d'una impressora 3D pròpia. D'aquesta forma hem pogut anar fent canvis i millores a les peces segons convenia, amb immediatesa i sense necessitat de dependre d'un tercer.

Finalment, podem dir que el balanç d'aquest projecte ha estat molt positiu, no només pel fet d'haver obtingut un bon producte, sinó que també per haver tingut l'oportunitat de posar-nos a la pell d'altres persones que, de vegades, es veuen d'alguna forma apartades per la societat al no ser tingudes en compte. Aquests tipus de treballs fan obrir els ulls i t'ajuden a pensar d'una forma més inclusiva, que és el que qualsevol dissenyador hauria de fer.

7.

Webgrafia i referències

—

7.1. Webgrafia

L'ull i la visió

Cristalino. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Cristalino>

Percepción del color. (n.d.). Retrieved from https://es.wikipedia.org/wiki/Percepción_del_color

Córnea. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Córnea>

The Visual System: How Your Eyes Work - YouTube. (n.d.). Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=i3_n3lbf1c

Iris. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Iris>

How your eye works. (n.d.). Retrieved from <https://lookafteryoureyes.org/eye-care/how-your-eye-works/>

Conjuntiva. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Conjuntiva>

L'ull. (n.d.). Retrieved from <https://ca.wikipedia.org/wiki/Ull>

Pupila. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Pupila>

How the Eye Works Animation - How Do We See Video - Nearsighted & Farsighted Human Eye Anatomy - YouTube. (n.d.). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=YcedXDN6a88>

Segre, L., & Bagi, S. (n.d.). Anatomía del ojo humano - Explicación de las partes del ojo. Retrieved from <https://www.allaboutvision.com/es/recursos/anatomia-del-ojo.htm>

Boyd, K., & Turbert, D. (2018). Parts of the Eye - American Academy of Ophthalmology. Retrieved from <https://www.aao.org/eye-health/anatomy/parts-of-eye>

Retina. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Retina>

Dr. Jürgens, I. (n.d.). ¿Cómo ve los colores el ojo humano? Retrieved from <https://icrcat.com/vision-en-color-ojo-humano/>

La ceguesa

Discapacidad visual. (n.d.). Retrieved from https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion_educativa/Visual/1discapacidad_visual.pdf

Ceguera (discapacidad visual): qué es, tipos, causas y tratamiento. (n.d.). Retrieved from <https://psicologiyamente.com/salud/ceguera>

- Niños y bebés ciegos. (2015). Retrieved from <https://www.guiainfantil.com/salud/ojos/ceguera.htm>
- La ceguera. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Ceguera>
- Ceguera infantil. (n.d.). Retrieved from <http://www.worldblindunion.org/Spanish/SaludVisual/Afeccionesoculares/Pages/Ceguera-infantil.aspx>
- WHO | Priority eye diseases. (2018). *WHO*. Retrieved from <https://www.who.int/blindness/causes/priority/en/index3.html>
- Classification of Vision Impairment | Statewide Vision Resource Centre. (n.d.). Retrieved from <http://svrc.vic.edu.au/about/vision-and-vision-impairment/classification-of-vision-impairment/>
- Facts and figures | European Blind Union. (n.d.). Retrieved from <http://www.euroblind.org/about-blindness-and-partial-sight/facts-and-figures>
- Características de la discapacidad visual y ceguera - Web ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual>
- Macías Aparicio, A. (2014). *Demografía de la Baja Visión y de la Ceguera en España*. Retrieved from <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/14293/1/TFM-M259.pdf>
- Informe sobre la ceguera en España*. (n.d.). Retrieved from http://www.seeof.es/archivos/articulos/adjunto_20_1.pdf
- Visual Impairment. (n.d.). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_impairment
- Baja visión y la discapacidad visual*. (2015). Retrieved from http://www.webmati.es/index.php?option=com_content&view=article&id=23:baja-vision-y-la-discapacidad-visual&catid=13&Itemid=160
- Bourne, R. R. A., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V, Das, A., Jonas, J. B., ... Zheng, Y. (2017). Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet. Global Health*, 5(9), e888–e897. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30293-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30293-0)
- Ceguera y discapacidad visual - OMS. (2018). Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Gogate, P., Gilbert, C., & Zin, A. (2011). Severe Visual Impairment and Blindness in Infants: Causes and Opportunities for Control. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 18(2), 109. <https://doi.org/10.4103/0974-9233.80698>
- GLOBAL DATA ON VISUAL IMPAIRMENTS 2010 - OMS. (2010). Retrieved from <https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>

L'ONCE

Nuestra aplicación de la tecnología a discapacitados - Web ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/servicios-sociales/tecnologiayrecursosadaptados>

Braille en español, alfabeto, signos, aprendizaje - Web ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/servicios-sociales/braille>

Cultura, arte y ocio para personas con discapacidad - ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/servicios-sociales/cultura-y-ocio>

Autonomía personal de personas con discapacidad - Web ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/servicios-sociales/autonomia-personal>

Trabajo y empleo para personas con discapacidad - Web ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/servicios-sociales/apoyo-al-empleo>

Deportes para ciegos y discapacidad: fútbol, judo y otros - Web ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/servicios-sociales/ocio-y-deporte/deportes>

Educación inclusiva para la integración - Definición de la ONCE. (n.d.). Retrieved from <https://www.once.es/servicios-sociales/educacion-inclusiva>

Eines per a la gent cega

Bastones para Ciegos | Autonomía, Independencia y Seguridad. (n.d.). Retrieved from <https://bastones.online/para-ciegos/>

¿Cómo funciona el bastón para ciegos? (n.d.). Retrieved from <https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/icomofunciona-el-baston-para-ciegos>

Servicio de perro guía - Fundación ONCE del Perro-Guía. (n.d.). Retrieved from <https://perrosguia.once.es/es/que-hacemos/servicio-de-perro-guia>

NaviLens EMPODERANDO a las personas con discapacidad visual. (n.d.). Retrieved from <https://www.navilens.com/#features-section>

CTI. Centro de Tiflotecnología e Innovación de la ONCE. (n.d.). Retrieved from <http://cti.once.es/>

Lenguaje Braille es un sistema de lectoescritura. (n.d.). Retrieved from <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/disenio-para-todos/accesibilidad-de-comunicacion/lenguaje-braille>

Perro guía. (n.d.). Retrieved from https://es.wikipedia.org/wiki/Perro_guía

Accesibilidad en Android: 21 apps para personas ciegas o con problemas de visión. (n.d.). Retrieved from <https://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/accesibilidad-en-android-21-aplicaciones-para-personas-invidentes>

Torres, F. (2010). Los buses indican que están adaptados para ciegos, pero ¿realmente lo están? Retrieved from <https://ecomovilidad.net/granada/buses-indican-adaptados-ciegos/>

Así funciona NaviLens en el metro y bus de Barcelona Transporte Metropolitanos TMB - YouTube. (n.d.). Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=P_q-gXWYyog

Catálogo Tifotécnico CTI - ONCE. (2019).

Braille. (n.d.). Retrieved from <https://ca.wikipedia.org/wiki/Braille>

Aplicacions de la impressió 3D

Unseen Art, arte 3D para invidentes. (n.d.). Retrieved from <https://totenart.com/noticias/obras-palpables-arte-3d-para-invidentes/>

The 3D Printable Braille Typeface Project by aaskedall - Thingiverse. (n.d.). Retrieved from <https://www.thingiverse.com/thing:2861973>

Unseen Art | Dazed. (n.d.). Retrieved from <https://www.dazeddigital.com/artsandculture/article/28490/1/the-new-technology-allowing-blind-people-to-see-art?fbclid=IwAR0k4yDdm2pJjhgXQ4Vrpb0cA-mcN2MU56820GKzs1gqhcvke1f1xdzSNQQ?fbclid=IwAR0k4yDdm2pJjhgXQ4Vrpb0cA-mcN2MU56820GKzs1gqhcvke1f1xdzSNQQ>

Scott, C. (2016). IN UTERO 3D Provides 3D Printed Ultrasounds to Visually Impaired Expectant Parents. Retrieved from <https://3dprint.com/147001/in-utero-3d-printed-ultrasounds/>

Picture books for visually impaired kids go 3D thanks to CU-Boulder research team | CU Boulder Today | University of Colorado Boulder. (2014). Retrieved from <https://www.colorado.edu/today/2014/06/23/picture-books-visually-impaired-kids-go-3d-thanks-cu-boulder-research-team>

Touchable Memories. (n.d.). Retrieved from <https://lola-mullenlowe.com/work/Technology/3dprintingTouchableMemories.html>

Legislació, normatives i assajos

Ensayos según normativa europea de seguridad de juguetes. (n.d.). Retrieved from <http://www.aiju.info/ensayos-inspeccion-y-certificacion/ensayos-en-juguetes/ensayos-juguetes-normativa-europea/>

Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes. (n.d.). Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-14252&tn=1&p=20180524#ci>

Normativa accesibilidad | Válida sin barreras. (n.d.). Retrieved from <https://es.validasinbarreras.com/empresa/normativa/>

Materials i technologies

Los Plásticos. Fabricación. (n.d.). Retrieved from <http://aliso.pntic.mec.es/cmalo029/PLASTICOS/fabricacion.html>

¿Juguetes de metal, plástico, madera o tela? (2018). Retrieved from <https://www.lasaventurasdetaisa.com/materiales-juguetes/>

Moldeo de alta presión - Plásticos. (n.d.). Retrieved from <https://sites.google.com/site/trabajoconlosplasticos/procesos-de-elaboracion/moldeo>

Juguetes de plástico vs Juguetes de madera. (n.d.). Retrieved from <https://www.estoreta.com/2017/12/05/juguetes-de-plastico-vs-juguetes-de-madera/>

Madera de Pino: Tipos, Características y Usos | Maderame. (n.d.). Retrieved from <https://maderame.com/madera-pino/>

PLA vs ABS: comparación de filamentos para impresión 3D | All3DP. (n.d.). Retrieved from <https://all3dp.com/es/filamento-abs-filamento-pla-comparacion-impresion-3d/>

Moldeo por inyeccion - Youtube. (n.d.). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=zkgG7wROIMA>

¿Qué propiedades tiene el polipropileno y para qué se utiliza? - Curiosoando. (n.d.). Retrieved from <https://curiosoando.com/que-propiedades-tiene-el-polipropileno-y-para-que-se-utiliza>

Polipropileno usos y características. (n.d.). Retrieved from <http://canalconstruccion.com/polipropileno-usos-y-caracteristicas.html>

El mito de los plásticos biodegradables. (n.d.). Retrieved from <https://www.corresponsables.com/actualidad/el-mito-de-los-plasticos-biodegradables>

Productes comprats pel prototipatge

Chip de sonido: Amazon.es: Electrónica. (n.d.). Retrieved from https://www.amazon.es/gp/product/B07LD69C79/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_oo1_s00?ie=UTF8&psc=1

Wood 3D Printer Filament: Amazon.es: Industria, empresas y ciencia. (n.d.). Retrieved from https://www.amazon.es/gp/product/B07CWJDDZ8/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_oo_s01?ie=UTF8&psc=1

BQ - Filamento PLA de diámetro 1.75 mm, 300 g, Color Coral: Amazon.es: Informática. (n.d.). Retrieved from https://www.amazon.es/gp/product/B071NWJTY5/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_oo_s01?ie=UTF8&psc=1

ELEGOO PLA Filamento de Impresora 3D, Precisión Dimensional +/- 0.03 mm, 1kg Carrete, 1.75mm-Negro: Amazon.es: Industria, empresas y ciencia. (n.d.). Retrieved from https://www.amazon.es/gp/product/B07JMC6PY9/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o00_s01?ie=UTF8&psc=1

BQ - Filamento PLA de diámetro 1.75 mm, 300 g, Color Turquoise: Amazon.es: Industria, empresas y ciencia. (n.d.). Retrieved from https://www.amazon.es/gp/product/B071VN6SB2/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o00_s00?ie=UTF8&psc=1

7.2. Índex de referències

Figures

Figura 1: Diagrama de Gantt FONT PRÒPIA

Figura 2: Parts de l'ull <https://www.brillpharma.com/wp-content/uploads/2018/11/PARTES-DEL-OJO.jpg>

Figura 3: Llum incidint a l'ull <https://www.youtube.com/watch?v=YcedXDN6a88>

Figura 4: Mapa de regions FONT PRÒPIA

Figura 5: Causes de deficiència visual
<https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>

Figura 6: Causes de la ceguesa total
<https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>

Figura 7: Logotip ONCE <https://emtstatic.com/2015/05/once.jpg>

Figura 8: Primer cupó de l'ONCE <https://www.once.es/conocenos/la-historia/imagenes-nuestra-historia/cupon-de-1953/@images/83771a64-30ef-469e-b4b5-abe6d2507170.jpeg>

Figura 9: Gos guia <https://storage.googleapis.com/www-informabtl-com/uploads/2018/08/ganador-perros-guia-e1534349777262.jpg>

Figura 10: Llibre adaptat al braille <http://www.fundacionlafuente.cl/wp-content/uploads/2017/02/principito-en-braille.jpg>

Figura 11: Museu Tiflògic de Madrid
https://www.esmadrid.com/sites/default/files/styles/content_type_full/public/recursososturisticos/infoturistica/museo_tiflogico.jpg?itok=rvyxFs2K

Figura 12: Partit de Goalball
<https://www.fedc.es/deportes/goalball/GOALBALL.jpg/@images/444acfab-b429-4719-9b11-696a7degdf48.jpeg>

Figura 13: Accessibilitat al carrer FONT PRÒPIA

Figura 14: Bastó per cecs [https://www.infobae.com/new-resizer/kEwCba_Pq4QC-osofdlbCkUeCCw=/1200x0/filters:quality\(100\)/s3.amazonaws.com/arc-wordpress-client-uploads/infobae-wp/wp-content/uploads/2016/11/09095655/Captura21.jpg](https://www.infobae.com/new-resizer/kEwCba_Pq4QC-osofdlbCkUeCCw=/1200x0/filters:quality(100)/s3.amazonaws.com/arc-wordpress-client-uploads/infobae-wp/wp-content/uploads/2016/11/09095655/Captura21.jpg)

Figura 15: Abecedari braille <https://karenfalco.files.wordpress.com/2010/05/braille-alphabet-letters1.gif?w=305>

Figura 16: Touchable Memories <https://static.designboom.com/wp-content/uploads/2014/10/touchable-memories-pirate3D-designboomthumb500.jpg>

Figura 17: Tactile Picture Books Project <http://www.makemuseum.com/wp-content/uploads/2016/02/3dbook.jpg>

Figura 18: Unseen Art <https://uncrate.com/p/2016/03/unseen-art.jpg>

Figura 19: Tipografia del projecte
https://cdn.thingiverse.com/renders/1a/2c/7e/51/6b/f88819762f2ed4469cb9264b5e9768a8_display_large.jpg

Figura 20: The 3D Printed Braille Typeface Project impressió
https://cdn.thingiverse.com/renders/c2/3a/6e/16/e3/823115c59c87ad3ff531d9e098a50af6_preview_featured.jpg

Figura 21: In Utero 3D <https://3dprint.com/wp-content/uploads/2016/08/in-utero.jpg>

Figura 22: Assajos https://www.aiju.info/wp-content/uploads/fly-images/767/ensayos_consumo_0-862x575-c.jpg

Figura 23: Làmines de polipropilè <https://curiosoando.com/wp-content/uploads/2018/06/hojas-polipropileno.jpg>

Figura 24: Rotllos de filament de PLA <https://airwolf3d.com/wp-content/uploads/2017/03/pla-P-spools.jpg>

Figura 25: Fusta de pi
<https://www.aki.es/media/catalog/product/cache/c687aa7517cf01e65c009f6943c2b1e9/t/a/tablero-de-madera-pino-18-mm-canto-recto-con-nudo-7546006-1.jpg>

Figura 26: Placa electrònica https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61pgpT7JHfL_SX342_.jpg

Figura 27: Esquema de processos FONT PRÒPIA

Figura 28: Strooder <https://techcrunch.com/wp-content/uploads/2014/05/screen-shot-2014-05-28-at-9-42-52-am.png?w=639>

Figura 29: Imatges renderitzades FONT PRÒPIA

Figura 30: Combinació conceptes FONT PRÒPIA

Figura 31: Explicació del logo FONT PRÒPIA

Figura 32: Tipografia del logo FONT PRÒPIA

Figura 33: Logo i nom 1 FONT PRÒPIA

Figura 34: Logo i nom 2 FONT PRÒPIA

Figura 35: Logo i nom 1 amb color FONT PRÒPIA

Figura 36: Logo i nom 2 amb color FONT PRÒPIA

Figura 37: PUZZL3D Quadrangular FONT PRÒPIA

Figura 38: PUZZL3D Hexagonal FONT PRÒPIA

Figura 39: PUZZL3D Triangular FONT PRÒPIA

Figura 40: PUZZL3D Romboïdal FONT PRÒPIA

Figura 41: Creality Ender-3 <https://www.impresoras3d.com/wp-content/uploads/2018/01/800f49aa766937b12898914a66ec42ab.png>

Figura 42: Filaments pel prototip FONT PRÒPIA

Figura 43: Imatges prototip base FONT PRÒPIA

Figura 44: Imatges prototip peça v.1 FONT PRÒPIA

Figura 45: Imatges prototip peça v.2 FONT PRÒPIA

Figura 46: Imatges prototip peça v.3 FONT PRÒPIA

Figura 47: Imatges prototip peça versió final FONT PRÒPIA

Figura 48: Cara superior. Versió 1 i 2 respectivament FONT PRÒPIA

Figura 49: Imatges prototip balena FONT PRÒPIA

Figura 50: Imatges prototip coet FONT PRÒPIA

Figura 51: Imatges prototip sencer balena FONT PRÒPIA

Figura 52: Imatges prototip sencer coet FONT PRÒPIA

Taules

Taula 1: Ceguesa segons l'edat
<https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>

Taula 2: Ceguesa segons la regió
<https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>

Taula 3: Ponderació Puzzle 3D FONT PRÒPIA

Taula 4: Ponderació Cub FONT PRÒPIA

Taula 5: Ponderació Cubells FONT PRÒPIA

Taula 6: Comparació de resultats FONT PRÒPIA

Taula 7: Quadre morfològic FONT PRÒPIA

Taula 8: Taula de costs de fabricació FONT PRÒPIA

Taula 9: Costs de dissenyador FONT PRÒPIA

Taula 10: Costs totals prototipatge FONT PRÒPIA

Il·lustracions

Il·lustració 1: Sketches Puzzle 3D FONT PRÒPIA

Il·lustració 2: Sketches Cub FONT PRÒPIA

Il·lustració 3: Sketch Cubells FONT PRÒPIA

Il·lustració 4: Assignació de materials FONT PRÒPIA

Il·lustració 5: Explosionat base FONT PRÒPIA

Il·lustració 6: Explosionat peça FONT PRÒPIA

Il·lustració 7: Plànol base d'una peça FONT PRÒPIA

Il·lustració 8: Plànol base de quatre peces FONT PRÒPIA

Il·lustració 9: Matriu amb balena prova FONT PRÒPIA

Il·lustració 10: Matriu amb balena FONT PRÒPIA

Il·lustració 11: Matriu amb coet FONT PRÒPIA

Annex A

L'entrevista

-

PREGUNTES ENTREVISTA ONCE

Presentació personal

- Com es diu
- Quina formació acadèmica té
- Quina experiència professional té abans d'ONCE
- Quan va començar a treballar a l'ONCE i per quin motiu
- Quina és el seu càrrec dins de l'ONCE i quines funcions desenvolupa (o quin és el seu paper)

Centre de Recursos Educatius

- Què és i des de quan està actiu
- Quin és l'objectiu principal
- Quina importància té el CRE per als cecs, dins de l'ONCE, és una part important
- En quins àmbits es treballa des del CRE
- Com funciona el CRE: es creen nous productes des de dins segons necessitats, son productes que es desenvolupen des d'altres llocs, com s'incorporen al catàleg...

El catàleg del CTI

- Quants productes hi ha al catàleg actualment
- De quins àmbits són els productes
- A quins usuaris van destinats (infants, jovent, adults, gent gran...)
- Quins són els més sol·licitats
- Com es proporcionen els productes que hi ha al catàleg a la gent que els requereix
- En general, els productes estan al dia i cobreixen les necessitats actuals o necessiten renovació o incorporar noves característiques
- Quins es podrien millorar o renovar
- Esteu treballant en algun projecte actualment
- Quines necessitats falten per cobrir

Les persones cegues

- Quins són els aspectes de la vida quotidiana que es fan més difícils per a la gent cega
- En relació amb això, quines coses els costa més d'aprendre
- D'altra banda, en quins àmbits poden actuar millor/se senten més còmodes
- Quines habilitats es desenvolupen a causa de la ceguera

Els infants amb ceguera

- Quants infants estan afiliats a la ONCE actualment i quants d'ells tenen ceguera de naixement
- Com és l'aprenentatge d'un infant amb ceguera de naixement (més lent, més costós...)
- Es segueixen els mateixos passos que amb un infant que no té la disfuncionalitat (la mateixa evolució madurativa)
- Quins aspectes es fan més dificultosos d'aprendre
- De quina forma aprenen millor (jugant, interactuant...)
- Quina és la implicació de les escoles davant d'aquests tipus d'alumnes
- A les escoles, utilitzen materials adaptats per a ells
- I la implicació de les famílies
- Disposen també de productes educatius per aprendre des de casa
- Com treballem l'aprenentatge dels infants amb ceguera des de l'ONCE
- A partir de quan es poden fer servir les eines que proporciona el CRE
- Hi ha eines suficients en quantitat i en qualitat per cobrir l'aprenentatge d'infants amb ceguera (auditiu, interpretació de formes, lectura...)
- Hi ha eines que necessitin millora o modernització (cartes, escacs, parxís, 3 en ratlla...)
- Hi ha necessitats que no estiguin cobertes per les eines existents actualment (quines)
- Actualment les joguines que es venen al mercat són aptes per infants amb ceguera
- Hi ha suficient conscienciament per part de la societat sobre els infants amb ceguera

La impressió 3D

Mapes, fotos, contes, obres d'art, braille...

- Coneix l'implementació de la impressió 3D en l'àmbit dels productes per gent cega
- Segons el seu parer, té futur la impressió 3D en l'àmbit dels cecs
- L'ONCE treballa amb la impressió 3D
- Creu que se li hauria de donar més importància

ENTREVISTA ONCE AMB RESPOSTES

Presentació personal

- Com et dius? Quina formació acadèmica tens? Quina experiència professional tens d'abans d'ONCE?

Em dic Manel Eiximeno treballo en serveis socials des de fa més de 30 anys. Vaig començar a Amposta, la meua ciutat natal, a treballar en aquest tema quan els serveis socials estaven naixent a Catalunya a nivell de propostes per part dels ajuntaments ja que fins llavors no se li donava tanta importància i de fet no estaven definits com a tals. D'allà vaig passar a l'ONCE donat que sempre he tingut una discapacitat visual, també en temes d'ajuda social.

Fa aproximadament 12 anys que estic com a responsable del CRE de l'ONCE des d'on s'atenen les necessitats educatives i evolutives de nadons, infants i joves de tot Catalunya, fins el moment que acaben d'estudiar i passen al món laboral

- Els estudis que vas realitzar també es centraven en els serveis socials?

Vaig estudiar temes d'administració i més tard vaig estar gestionant llars d'infants i després vaig començar a treballar en els serveis socials de base d'Amposta.

- Quan va començar a treballar a l'ONCE i per quin motiu

Vaig arribar als serveis socials d'Amposta perquè vaig tenir una davallada de visió important i vaig haver de fer un canvi radical a la meua vida, fet que em va permetre canviar l'enfocament que tenia i començar a estudiar coses relacionades amb el camp social. Després d'això tot va anar evolucionant fins que vaig començar a treballar a l'ONCE, en l'àmbit dels serveis socials. Vaig començar formant part d'un equip, sense tenir tanta responsabilitat com ara, l'any 1997.

- Quina és el seu càrrec dins de l'ONCE i quines funcions desenvolupa (o quin és el seu paper)

Actualment sóc el director del CRE de Barcelona i del servei educatiu CREDV, que és compartit amb el Departament d'Educació. Des del 2012 som un servei educatiu.

Com a director he de gestionar la tasca de 104 treballadors a tota Catalunya, els recursos humans, la representació institucional, el dia a dia del servei i, evidentment, la vinculació amb el territori i les famílies.

Centre de Recursos Educatius

- Què és i des de quan està actiu

A Catalunya, la immersió que ens ha permès arribar fins aquí es produeix a principis dels anys 80, quan es restaura la Generalitat i es crea el Departament d'Ensenyament. En aquella època, la Caixa tenia un servei d'atenció de nounats amb ceguesa, l'ONCE tenia una escola per cecs a Esplugues i el Departament d'Ensenyament donava atenció a alumnes cecs escolaritzats. Aquestes tres institucions es reuneixen i s'arriba a l'acord que la Caixa deixa de proporcionar aquest servei als nadons cecs i els treballadors passen a formar part de la ONCE, que a la vegada construeix una escola a Barcelona anomenada Joan Amades (inaugurada el 9 de novembre de 1985), tot així tancant la d'Esplugues. L'ONCE i el Departament d'Ensenyament, a més, signen un conveni per treballar conjuntament a l'escola construïda a Barcelona.

A principis dels anys 90 es comença a apostar per la integració i els alumnes que anaven a aquesta escola comencen a passar als centres ordinaris junt amb els professionals, que també es mouen a les diverses escoles per proporcionar ajuda a mestres.

Mica en mica, l'escola Joan Amades va començar a tancar les línies: primer la primària, després l'ESO i finalment la formació professional a principis del 2000. Llavors, el centre passa a ser el CRE de Barcelona fins que el 2012 passa a ser el Servei Educatiu de l'ONCE. Els professionals, mestres de suport itinerant, psicopedagogs, psicòlegs, tècnics específics en ceguesa, especialistes en matèries d'especial dificultat com educació física, música, tecnologia, plàstica, matemàtiques, passen a donar aquest suport als centres on estan escolaritzats els alumnes. A qualsevol tipus de centre: privat, públic o concertat.

- El CRE, per tant, proporciona els materials adaptats necessaris als infants escolaritzats.

El CRE dona suport al centre, al tutor d'aula, a l'alumne i a la família i una de les coses que fem és adaptar els materials. Si és un alumne que és cec total i el seu codi de lectoescriptura és el braille se li adapten tots els llibres que necessiti i que tenen els seus companys.

S'ha de tenir en compte que tenir un codi de lectoescriptura és bàsic i fonamental per estructurar el pensament i l'habilitat, més enllà de llegir i escriure. No ens podem basar només amb la veu. Les persones cegues utilitzem el braille.

A Catalunya som pioners i a partir de tercer de primària l'alumne té un ordinador amb el que comença a treballar progressivament, conjuntament amb el braille. Es segueix adaptant, per això, el material educatiu ja siguin exàmens, llibres de text o altres.

- En quins àmbits es treballa des del CRE

Nosaltres des d'aquí treballem tota la part educativa formativa: educació obligatòria, post-obligatòria (cicles formatius, universitat...), etc. Però sí que és cert que l'ONCE atén a totes les persones amb ceguesa sigui quina sigui la seva edat. De fet, es treballa molt en els temes de rehabilitació, d'aprendre a fer tot allò que sabies fer quan tenies visió, tot el tema de la tecnologia i de les eines informàtiques adaptades per a cecs (la tiflotecnologia. No ho fem des del CRE si ja no estan en etapes formatives però la ONCE sí que ho fa amb tot tipus d'edats, també en l'accessibilitat al món laboral.

La ONCE està en totes les etapes i facetes de la vida: l'educació, la formació, l'esbarjo, l'esport, la cultura i sobretot el dia a dia. Si has d'anar a treballar a algun lloc i has d'agafar transport, des de l'ONCE t'ensenyarem a agafar aquests mitjans de transport i arribar al teu lloc de treball. O et proporcionarem un gos guia si el necessites.

- Com funciona el CRE: es creen nous productes des de dins segons necessitats, son productes que es desenvolupen des d'altres llocs, com s'incorporen al catàleg...

Avui en dia la majoria dels productes digitals que incorporen la veu es compren a proveïdors internacionals. El que sí que fem és desenvolupar qüestions específiques des del centre CIDAT (Centre d'Investigació, Desenvolupament i Aplicació Tiflotècnica) que són els productes que estan al catàleg.

Actualment, per exemple, han creat una aplicació per ordinador anomenada EDICO que fa molt més accessible les matemàtiques, la física i la química, donat que les equacions amb ordinador són més complicades. S'ha habilitat per alumnes cecs, amb braille, però també per alumnes que tenen una resta de visió. No obstant, també és una aplicació completament inclusiva per tant la pot fer servir tota la classe.

També estan investigant per fer una plataforma molt més efectiva i operativa per fer les transcripcions a braille (*eBraille*). Junt amb això també hem creat una didàctica per ensenyar braille a les escoles.

No ens centrem tant en desenvolupar objectes que ja es poden trobar a altres botigues com aparells tecnològics parlants sinó que tenim projectes més específics segons el que es necessiti. En cas de necessitar algun producte més tècnic fem convenis amb empreses que en facin.

- Per incorporar-les al catàleg han de passar algun requisit?

Sí, totes les eines que hi ha al catàleg estan testejades prèviament perquè sigui accessible. També les apps, de fet hi ha moltes coses que es poden descarregar des de la pàgina web. Si ets afiliat i vas a la pàgina web et pots descarregar gratuïtament JAWS, que és un programa per ordinador que et llegeix el que apareix en pantalla i que et permet ampliar molt més el contingut.

Ara per ara cada cop hi ha més tecnologies que incorporen l'accessibilitat per a persones amb baixa visió o persones cegues. Apple per exemple ja té integrat en el sistema operatiu una configuració que et permet fer el mateix que JAWS. També passa amb les noves tablets i nous smartphones. Abans t'havies de comprar el dispositiu per un costat i el programa per l'altre i que t'ho instal·lessin a Madrid.

El catàleg del CTI

- De quins àmbits són els productes? A quins usuaris van destinats? Quins són els més sol·licitats?

Els serveis que donem van en relació a les necessitats dels alumnes. Els nostres usuaris, ja siguin acabats de néixer com nens de primària o secundària els anomenem alumnes.

En cada moment tu tens davant teu unes necessitats. Quan són nadons, has de buscar jocs o activitats que puguin fer. Quan estan al sistema educatiu doncs tot va lligat a la seva evolució educativa. En cada moment anem incorporant tots els serveis que tenim i que necessitin per la seva evolució i la seva etapa educativa.

Sempre procurem buscar jocs que estiguin al mercat i que es puguin adaptar, o que ja estiguin adaptats. També adaptem contes o creem contes nostres pels nens amb discapacitat visual. A l'ONCE hi ha llibres que parlen, o llibres amb tipologia de lletra gran i que són gratuïts.

- Com es proporcionen els productes que hi ha al catàleg a la gent que els requereix?

On hi ha un alumne sempre hi ha un professional o un mestre associat a aquest que és qui coordina les necessitats i fa que intervinguin els altres professionals especialistes en ceguesa. Els diferents serveis es van incorporant a mesura que va avançant l'alumne, és tot un seguiment.

Un exemple és el cas dels alumnes que tenen una resta de visió. A partir dels 8 anys passa un procés que s'anomena d'"ajudes òptiques" perquè l'ull ja ha tingut una evolució madurativa que permet que passi un procés de rehabilitació per veure si algun producte del mercat pot afavorir la seva visió (lents, ulleres...).

- I es proporcionen de forma gratuïta?

Sí, excepte les lents que s'han de fer a mida de cada persona, que en aquest cas sí que s'ha de pagar tot i que molt menys del que es pagaria si no es fes a través d'ONCE. Tots els altres objectes o materials d'estudi sí que són gratuïts.

- En general, els productes estan al dia i cobreixen les necessitats actuals o necessiten renovació o incorporar noves característiques?

Sí que es van actualitzant tot i que avui en dia tota la immediatesa de fabricació de nous productes i de noves apps fa que sigui impossible anar al mateix ritme adaptant els materials. L'ONCE no pot adaptar ni estar al dia amb tot el que es dissenya. El que sí que intentem és fer difusió sobre la necessitat de crear productes accessibles per tothom, perquè si ja està dissenyat segons la normativa d'accessibilitat universal no cal una post-adaptació i servirà per tothom.

Molts cops prioritzem la part visual i no la part accessible i, fent això, s'està aïllant a molts col·lectius. Totes dues coses s'han de poder compaginar. S'hauria d'ensenyar als dissenyadors a pensar d'aquesta manera.

- Quins es podrien millorar o renovar i quines necessitats falten per cobrir?

A nivell de jocs interactius hi hauria d'haver una major oferta per infants amb ceguesa. També una millor inclusió digital a nivell de plataformes i d'aplicacions accessibles per a tothom.

Les persones cegues

- Quins són els aspectes de la vida quotidiana que es fan més difícils per a la gent cega?

Cada persona té les seves particularitat però evidentment el tema de la mobilitat és certament complicat tot i tenir les eines disponibles. Hi ha falta de sensibilització amb alguns temes com pot ser la circulació per voreres que estan a la mateixa alçada que la carretera, o en la senyalització d'obres públiques, etc. La mobilitat és un aspecte a treballar molt.

L'accés al món laboral també és un factor complicat per al col·lectiu de persones cegues. Tenim reconegut el dret a l'educació i podem escollir una formació que la podem fer sense cap tipus d'entrebanc almenys fins a batxillerat. Quant a cicles formatius ja és més complicat donat que hi ha poca oferta apte per a gent cega. Normalment es basen en una part teòrica i una pràctica i molts cops aquesta segona no està pensada perquè la puguin realitzar persones amb disfuncionalitat visual. Un cop acabada la formació hi ha el procés d'accés al món laboral, que sempre ha estat complicat però fa uns anys que ho és molt més.

De vegades ens costa trobar el nostre lloc dins la societat sobretot per aquests dos aspectes. Això fa que no puguem ser plenament autònoms com nosaltres voldríem en algunes ocasions. Sense feina que et proporcioni llibertat econòmica sempre has de dependre de tercers.

- En relació amb això, quines coses els costa més d'aprendre?

En aquest punt cal diferenciar entre dos tipus de cecs: els de naixement i els que es tornen cecs en algun moment de la seva vida.

En el cas dels cecs de naixement tot és un procés en el que et vas rodejant d'eines segons l'etapa de la vida en la que estiguis, és una evolució. De petit t'ensenyen el braille, més tard a fer servir el bastó, etc. Òbviament que és complicat ja que al final vius sense veure i sense un dels sentits que et proporciona el 90% de la informació que reben els vidents, no obstant és una evolució més fàcil.

En el cas de les persones que es tornen cegues en algun moment de la vida han de fer un *reset*. S'ha de baixar per tornar a pujar. Per això l'ONCE també té professionals de psicologia que ajuden en aquests processos. A la vegada que et poses a to mentalment i avances en l'acceptació has de reaprendre tot allò que ja havies après quan hi podies veure, però d'una altra forma.

En la mobilitat, les referències que tenies quan hi veies ja no et serveixen donat que eren referències visuals, que les has de substituir de forma tàctil amb el bastó, o contant els passos, o identificant els sons del voltant. En el món laboral també has de fer un canvi. Has de començar a estudiar noves coses sense veure-hi, t'has d'adaptar a arribar al lloc d'estudi (agafant el transport que calgui). També s'ha de perdre la por a preguntar on està la sortida del bus, o a quin carrer ets, o el que calgui.

- Quines habilitats es desenvolupen a causa de la ceguera

Quan perds un sentit, es desenvolupen tots els altres. Quan perds la vista es desenvolupa molt l'oïda ja que qualsevol petit soroll et fa estar en alerta, sobretot en la mobilitat, i també el tacte, que el treballes en tot moment. El tacte és important sobretot amb nens, que han d'aprendre a reconèixer els objectes (reconeixement tàctil). L'olfacte també es desenvolupa en certa manera.

Els infants amb ceguera

- Quants infants estan afiliats a la ONCE actualment i quants d'ells tenen ceguera de naixement?

A nivell de l'estat hi ha al voltant de 73.000 persones cegues de totes les edats dels quals 7.500 estan en processos educatius. A Catalunya, són 1.200 en processos educatius: al voltant de 350 els que estan entre 0 i 6 anys, 250 més en educació obligatòria i finalment, 600 en educació post-obligatòria, universitat i cicles formatius.

- Com és l'aprenentatge d'un infant amb ceguera de naixement (més lent, més costós...)

L'aprenentatge d'un infant amb ceguera de naixement és diferent. S'ha de tenir en compte que no tenen la capacitat de la imitació. S'ha d'introduir tot: si deixes a un nadó a una catifa, es girarà i anirà a buscar allò que li cridi l'atenció i que tingui a l'abast mentre que si és cec li has d'ensenyar que a l'altra part de la catifa hi ha alguna cosa. Has de fer que giri, que gategi i que reconegui el que hi ha a l'altre costat.

Normalment triguen més a gatejar, també a caminar. Si un nadó sense disfuncionalitat visual comença entre els 10-12 mesos a caminar, un nadó cec potser arriba a 15 o 16.

Dins de l'escola, quan comencen a P3, ja han de poder fer el que fan els altres infants de la classe, amb material adaptat amb braille.

Al principi sí que és més lent, sobretot al parvulari ja que és un procés d'aprenentatge. Després ja s'equilibra tot més. Potser sí que mentre un fa 3 exercicis, l'infant cec en farà un però arribarà un punt que també arribarà a fer els 3. S'han d'adquirir bé els conceptes i no voler córrer.

- Es segueixen els mateixos passos que amb un infant que no té la disfuncionalitat (la mateixa evolució madurativa)

Sí. Quan s'és petit sí que costa una mica més però a partir dels 6 anys ja està al mateix ritme. La maduració, l'acceptació i la inclusió ens permet que hi hagi les mateixes particularitats, les mateixes inquietuds i els mateixos "cabrejos" que qualsevol tipus d'adolescent, a part del "per què jo no hi veig i els meus companys sí?".

- De quina forma aprenen millor (jugant, interactuant...)

És un còmput de tot. És important introduir-los al joc i a la percepció tàtil i al joc simbòlic, on poden reproduir i tocar tot allò que no poden veure i que puguin compartir aquest joc amb iguals i sobretot també amb la família, que juga un paper molt important. La socialització és molt important, no es pot tenir aïllat a l'infant.

- Quina és la implicació de les escoles davant d'aquests tipus d'alumnes

Els professors i professores saben que els pot arribar a l'escola qualsevol tipus d'alumne amb discapacitat, sobretot a parvulari i primària. Malgrat tot això sí que és cert que costa ja que és una cosa desconeguda que provoca intranquil·litat als professionals de les escoles en un principi. No obstant, el 99% dels mestres acullen molt bé els alumnes cecs que reben. La por al desconegut per sort canvia a millor.

Sí que és cert que quan tens un alumne cec a classe sí que t'has d'acostumar a explicar les coses més detalladament i amb més pausa, també has d'incorporar cert ordre a la classe però sempre s'ha de tractar l'alumne cec com qualsevol altre alumne tot i la seva disfuncionalitat visual.

- I la implicació de les famílies

La família és molt important. Nosaltres treballem molt amb les famílies ja que és prioritari que la família col·labori. Si la família col·labora és tot molt més fàcil ja que són el referent, és el marc que dona suport a l'infant, qui el té cada dia, qui l'ha d'acollir, qui li ha de potenciar el que ensenyen a l'escola, etc. L'autonomia, si la família no funciona, és fa molt més difícil.

Avui en dia el model de família ha canviat, i la situació de les famílies i la implicació de les mateixes també, sobretot en la presència a la llar.

Ens trobem amb famílies amb poca presència a la llar per estar amb els seus fills i filles, que tenen poca dedicació i moltes hores de treball. Necessitem famílies implicades, que puguin i vulguin, i que estiguin disposades a sacrificar-se pels seus fills donat que si participen en activitats els han de portar durant més temps, han d'estar més presents, els han d'exigir molt més, etc.

De vegades és més fàcil el fet de "Ja ho faig jo" amb les persones cegues quan per exemple s'han de cordar les sabates o vestir-se donat que així es va més ràpid, però d'aquesta forma no ajudes a que la persona sigui autònoma.

- Disposen també de productes educatius per aprendre des de casa

Sí, des de l'ONCE proporcionem mitjans i eines per treballar l'autonomia. Donem pautes perquè ajudin en tot el procés de rehabilitació.

La impressió 3D

Mapes, fotos, contes, obres d'art, braille...

- Coneixes la implementació de la impressió 3D en l'àmbit dels productes per gent cega?

Sí, la impressió 3D ens facilita moltes coses però igualment no ens serveixen totes les coses impreses en 3D. Les persones amb ceguesa total i que són usuàries del sistema braille són molt exigents amb el que toquen. Les impressions per tant han de tenir alta qualitat per poder identificar bé el que hi ha imprès. Evidentment sí que ens permet molta aproximació a la realitat i així serà amb la millora de la qualitat de les màquines.

És una eina àgil, ràpida i eficaç sobretot a l'hora d'imprimir monuments o obres arquitectòniques, però necessitem que sigui amb alta definició perquè sigui útil.

- Ara mateix hi ha projectes en què s'agafa una fotografia i es passa a 3D per imprimir-la i que les persones cegues la puguin reconèixer.

Sí, però tot ha de ser comprensible. Les persones cegues ens movem sobretot sobre el reconeixement pla, aleshores, com menys floritures tingui i més net sigui allò que estem tocant més fàcil serà per nosaltres de reconèixer el que hi ha.

- Segons el seu parer, té futur la impressió 3D en l'àmbit dels cecs

Sí, sens dubte.

- L'ONCE treballa amb la impressió 3D

Hi ha processos d'investigació. Quan va aparèixer semblava que tot s'havia de fer en 3D però no, s'han de mirar quins són els millors usos, quines impressores, quin acabat volem. S'ha d'estudiar bé per poder treure-li el màxim profit amb bons resultats per a les persones cegues.

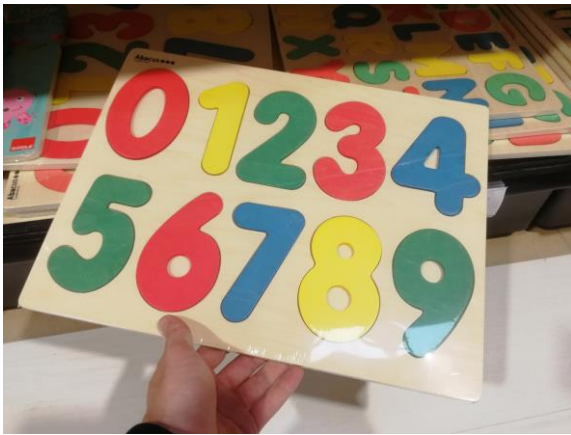
IMATGES



Annex B

Imatges de jocs infantils

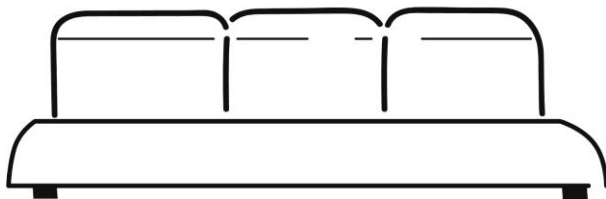
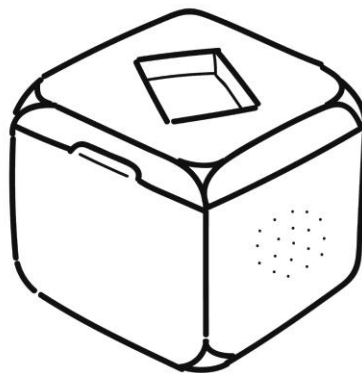
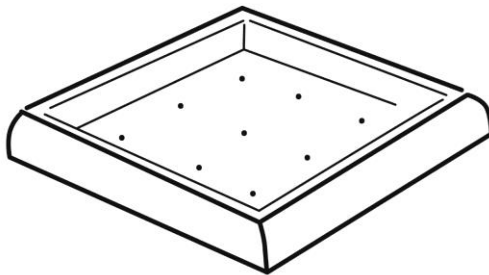
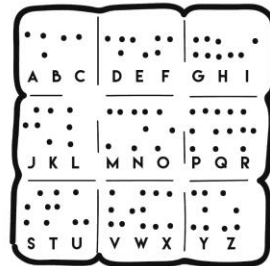
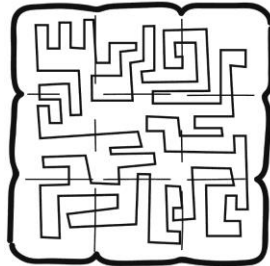
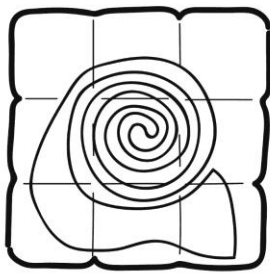
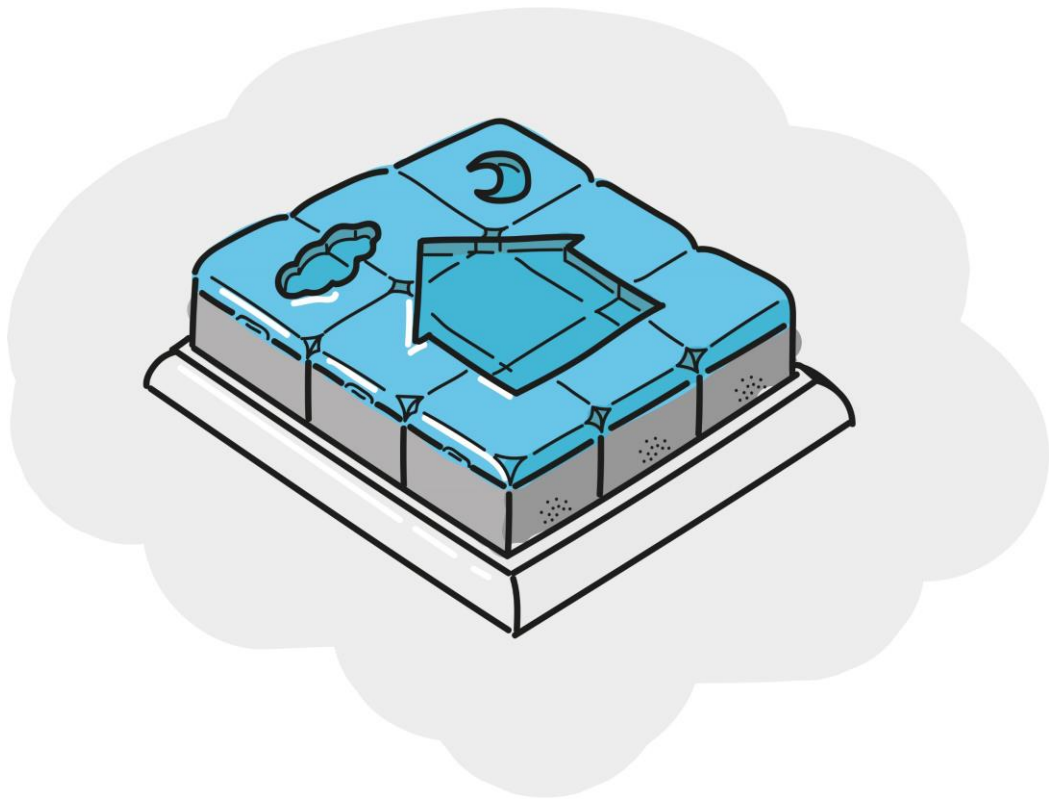
IMATGES DE JOGUINES

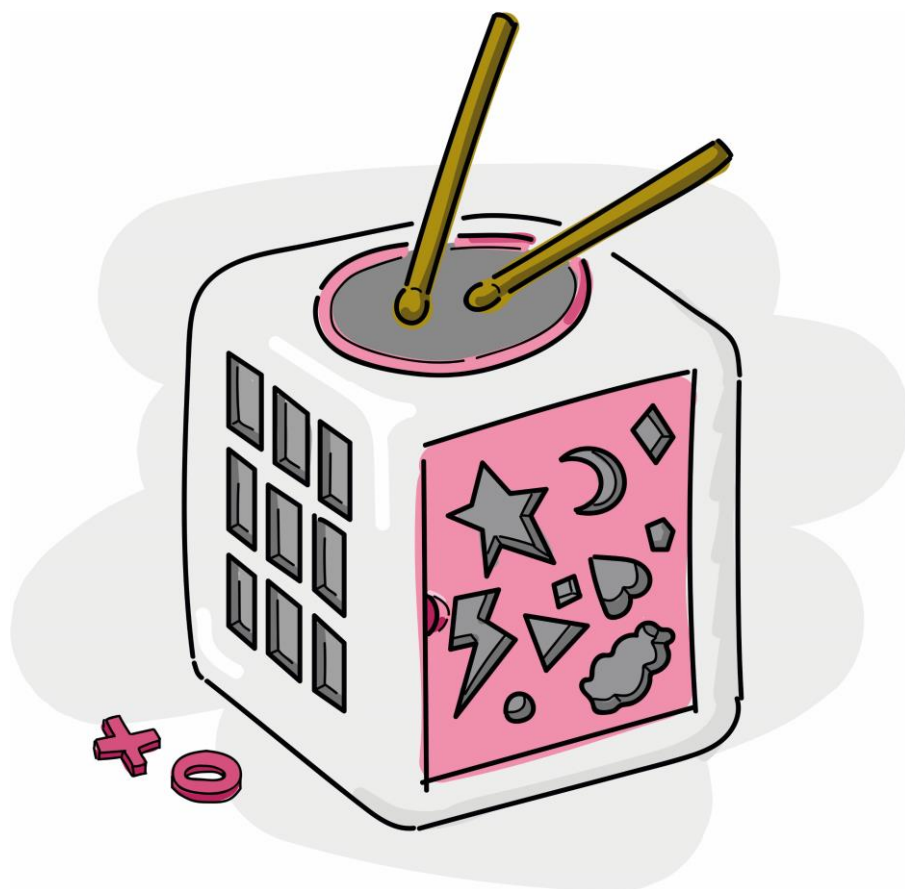
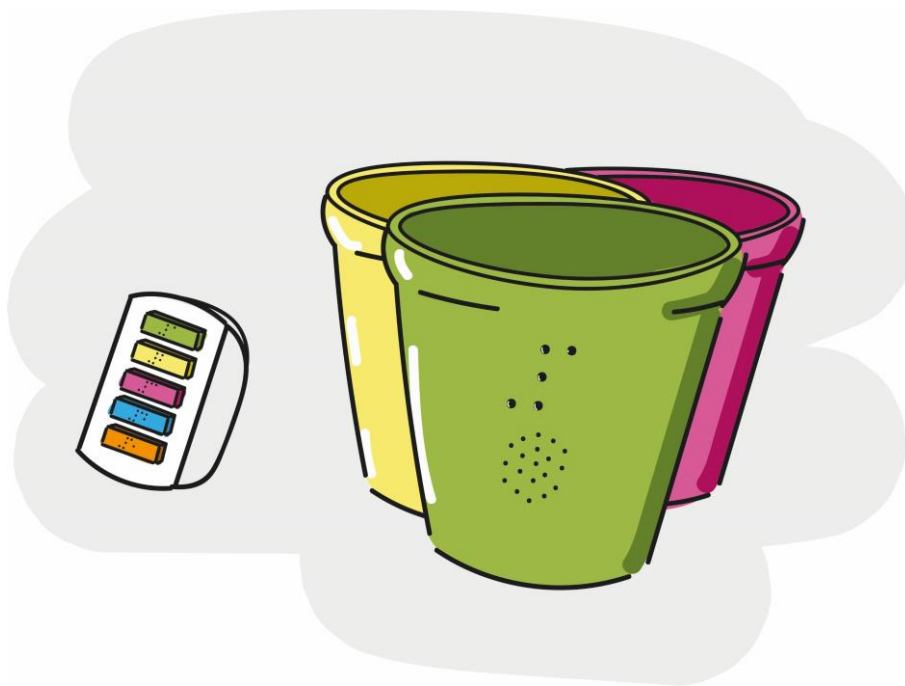


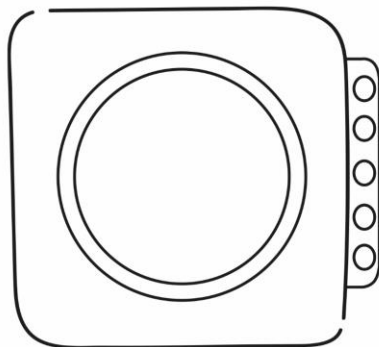
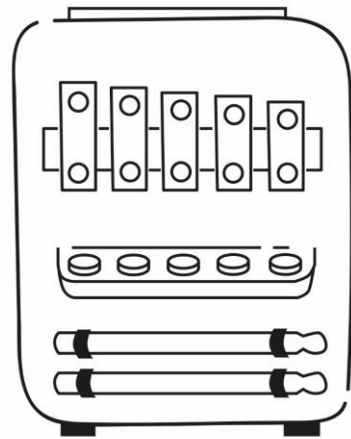
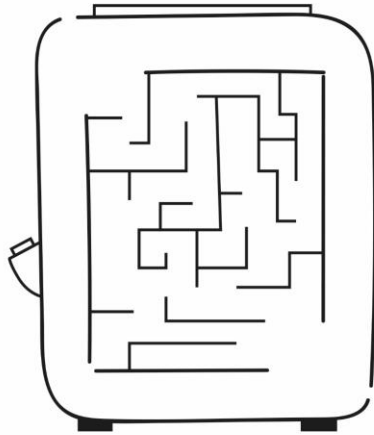
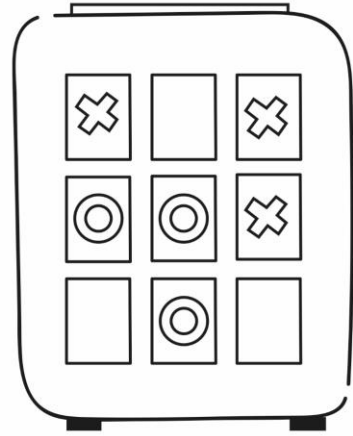
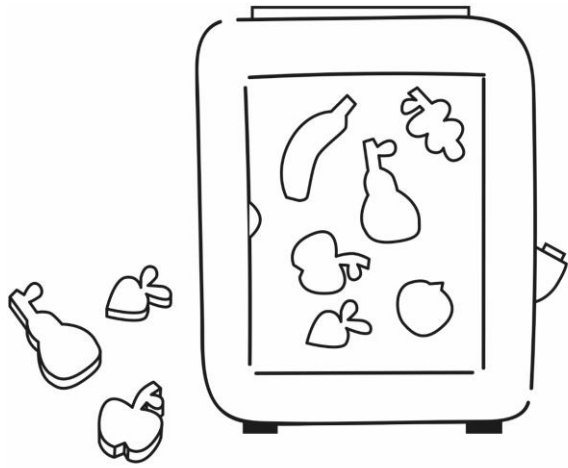
Annex C

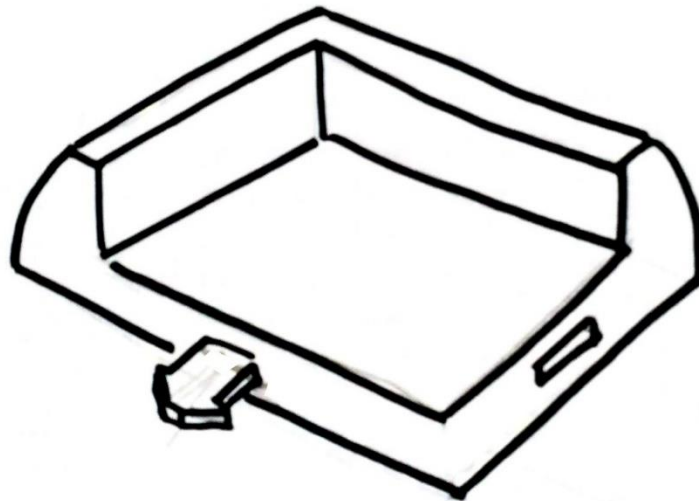
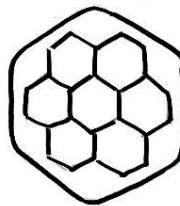
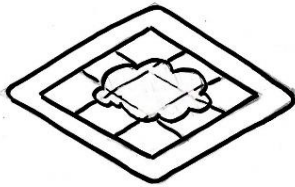
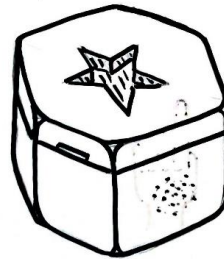
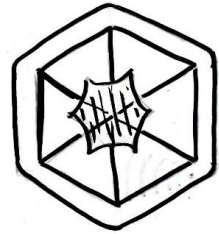
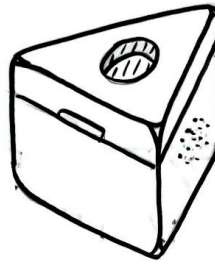
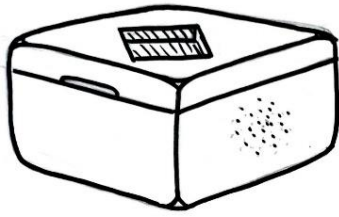
Sketches

-









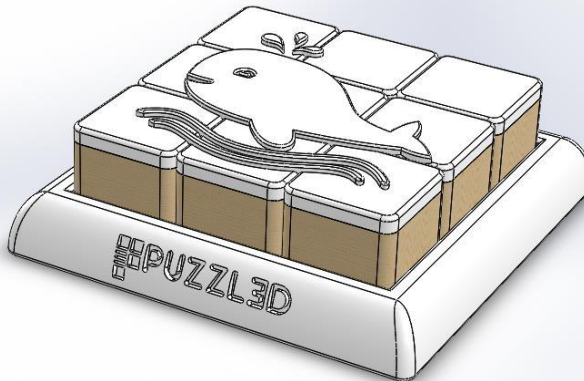
Annex D

Informe de sostenibilitat

-

[nombre de la empresa] [ciudad,
provincia/estado] [sitio Web de la empresa]

[nombre] · [cargo] · [correo electrónico] · (###) ### ####



Nombre del modelo: Puzzle cuadrangular

Peso: 1050.01 g

Construido para durar: 4.0 year

Utilización durante: 4.0 year



Región de fabricación

La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización

Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Summary (Resumen)

[Más información sobre la evaluación del ciclo de vida](#) 🌱

Nombre del
modelo:

Puzzle quadrangular per
renders

Peso: 1050.01 g
Construido para
durar: 4.0 year
Utilización
durante: 4.0 year

Proceso de ensamble

Región: Asia
Tipo de energía: None
Cantidad de energía: 0.00 kWh
Construido para durar: 4.0 year

Utilización

Región: Europe
Tipo de energía: None
Cantidad de energía: 0.00 kWh
Utilización durante: 4.0 year

Transporte

Distancia en camión: 0.00 km
Distancia en tren: 0.00 km
Distancia en barco: 1.6E+4 km
Distancia en avión: 0.00 km

Fin de la vida útil

Reciclado: 25 %
Incinerado: 24 %
Vertedero: 51 %

Comentarios

Nombre del modelo:

Puzzle cuadrangular per renders

Peso: 1050.01 g
Construido para durar: 4.0 year
Utilización durante: 4.0 year

Impacto medioambiental (calculado mediante la metodología de evaluación de impacto CML)

Huella de carbono



19 kg CO₂e

Energía total consumida



390 MJ

Acidificación atmosférica



0.132 kg SO₂e

Eutrofización del agua



8.0E-3 kg PO₄e

Impacto financiero de los materiales

11.00 USD

Comentarios

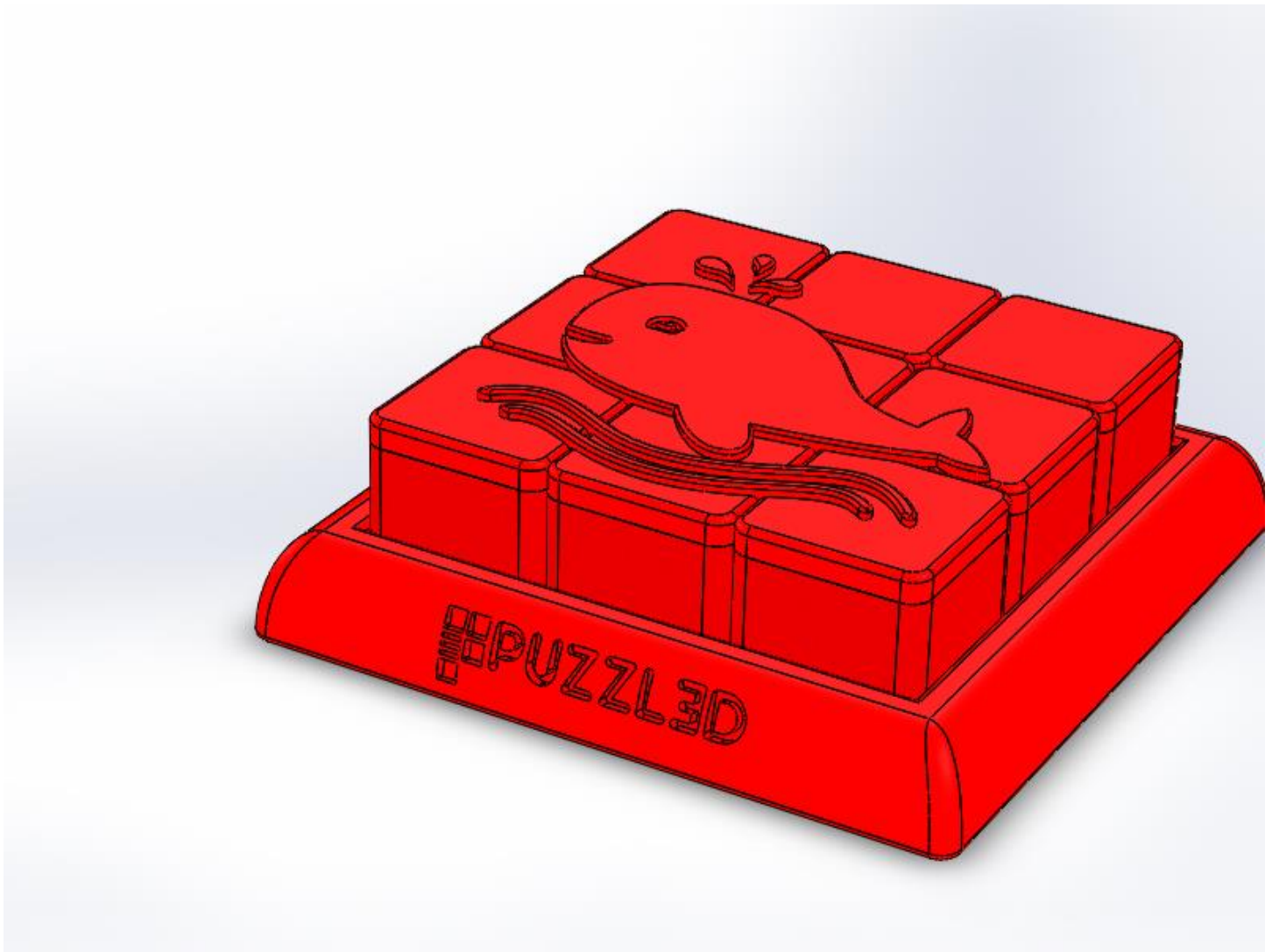
[Haga clic aquí para ver otras unidades, como la distancia en millas recorrida en automóvil](#)

Informe de Sustainability				
Nombre del modelo:	Puzzle quadrangular per renders		Peso:	1050.01 g
			Construido para durar:	4.0 year
			Utilización durante:	4.0 year

Impacto medioambiental de componentes

Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono		Agua		Aire		Energía	
Base	3.5		1.6E-3		0.023		70	
Cara superior	1.5		8.0E-4		9.3E-3		27	
Peça	0.018		1.6E-5		2.2E-5		0.055	



Comentarios

[Haga clic aquí para ver otras unidades, como la distancia en millas recorrida en automóvil](#)



Glosario

Acidificación atmosférica : Las emisiones ácidas, como el dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno, incrementan la acidez del agua de lluvia que, a su vez, acidifica suelos y lagos. Estos ácidos contaminan la tierra y el agua, y son tóxicos para la flora y fauna acuática. La lluvia ácida también puede disolver lentamente materiales fabricados por el hombre, como el hormigón/concreto. Normalmente, este impacto medioambiental se mide en unidades de kg equivalentes de **dióxido de azufre (SO₂) o en moles equivalentes de H⁺**.

Huella de carbono: El dióxido de carbono y otros gases generados por la combustión de combustibles se acumulan la atmósfera, que producen un incremento en la temperatura media de la Tierra. La huella de carbono es un indicador de un factor de impacto global conocido como potencial de calentamiento global (GWP). El calentamiento global es responsable, entre otros, de problemas como la desaparición de glaciares, la extinción de especies y la aparición del cambio climático.

Energía total consumida: Medida expresada en megajulios (**MJ**) de las fuentes de energía no renovables asociadas con el ciclo de vida de la pieza. No sólo incluye la electricidad y los combustibles utilizados durante el ciclo de vida del producto, sino también la energía necesaria para obtener y procesar dichos combustibles, y la energía incorporada en los materiales y consumida en la combustión. La energía total consumida se expresa como el valor calorífico neto de la demanda de energía obtenida a partir de recursos no renovables (petróleo, gas natural, etc.). Se tienen en cuenta las eficiencias obtenidas al convertir la energía (electricidad, calor, vapor, etc.).

Eutrofización del agua: La eutrofización se produce al agregar un exceso de nutrientes en un ecosistema acuático. El nitrógeno y fósforo de aguas residuales y fertilizantes agrícolas generan una abundancia de algas que agota el oxígeno del agua y aniquila la flora y fauna. Normalmente, este impacto medioambiental se mide en **fosfato equivalente a kg (PO₄) o en nitrógeno equivalente (N)**.

Evaluación del ciclo de vida (LCA) : Método para evaluar cuantitativamente el impacto medioambiental de un producto a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, pasando por la producción, la distribución, la utilización, la eliminación y el reciclaje del mismo.

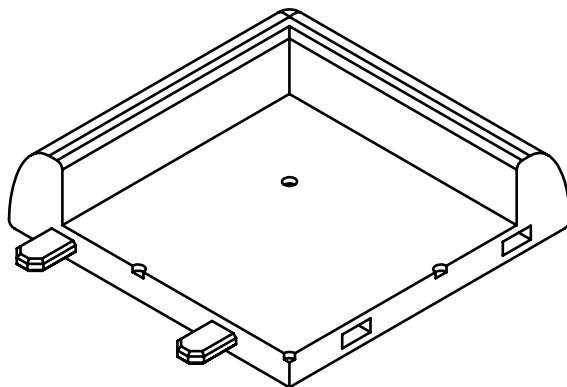
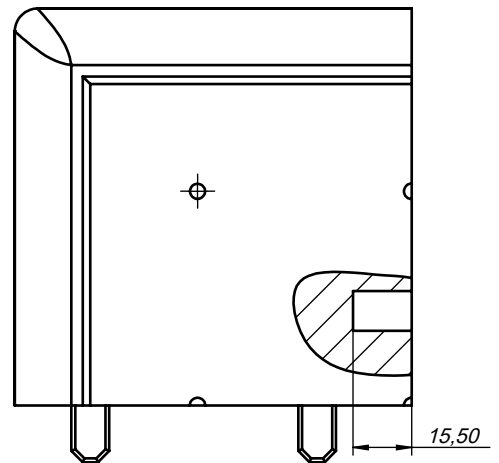
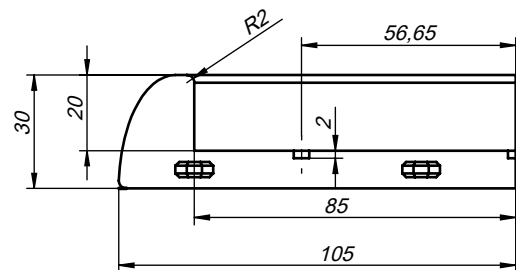
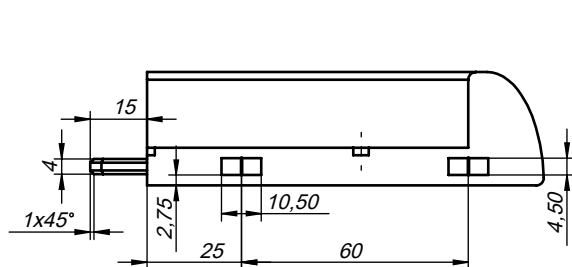
Impacto financiero de los materiales: Impacto financiero asociado únicamente al material. La masa del modelo se multiplica por la unidad de impacto financiero (unidades de moneda/unidades de masa) para calcular el impacto financiero (en unidades de moneda).



[Más información sobre la evaluación del ciclo de vida](#) 🌐

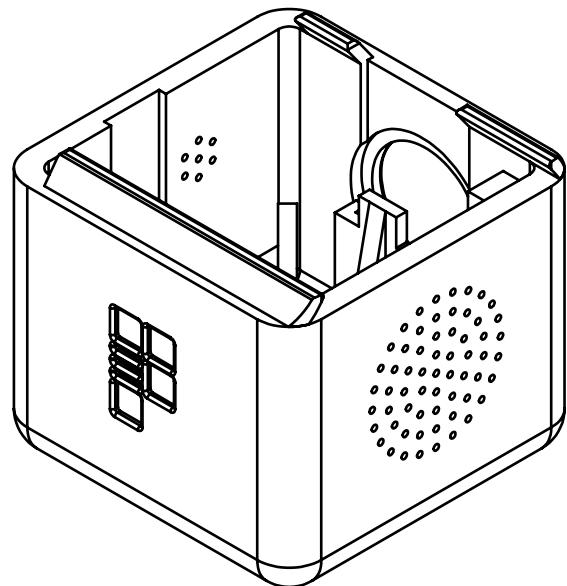
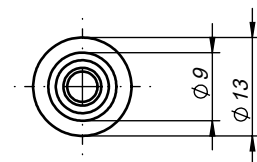
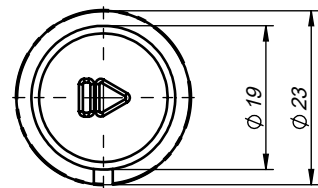
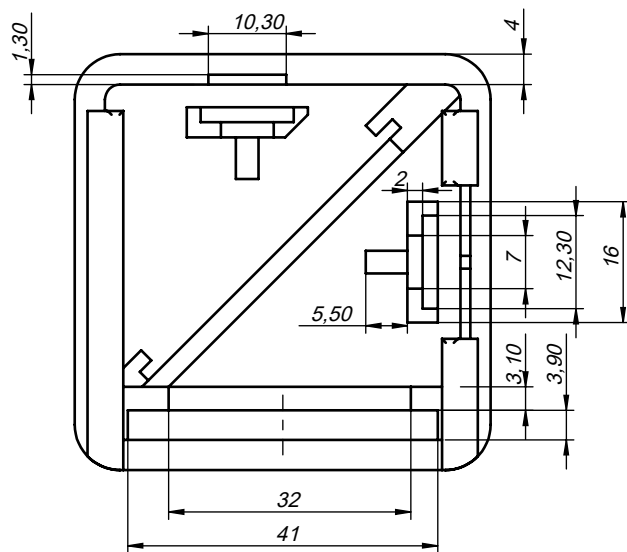
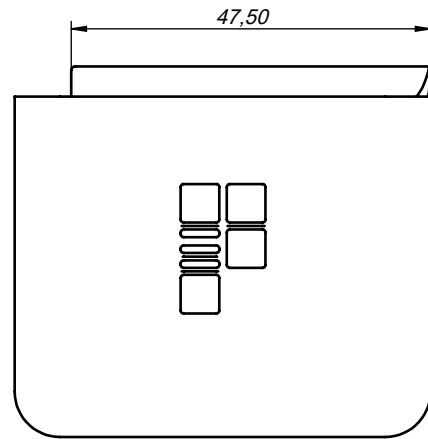
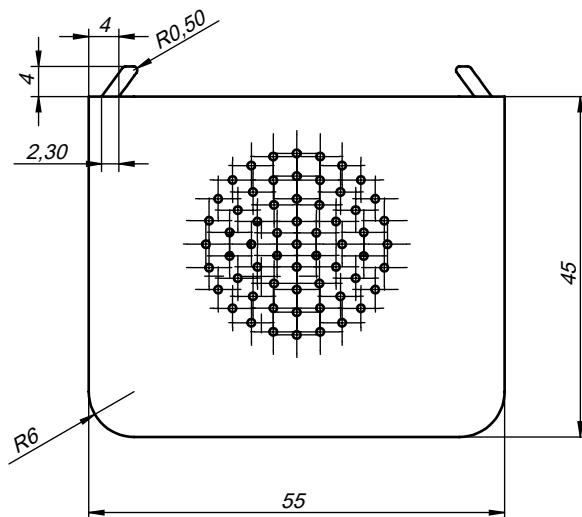
Annex E



Plànols

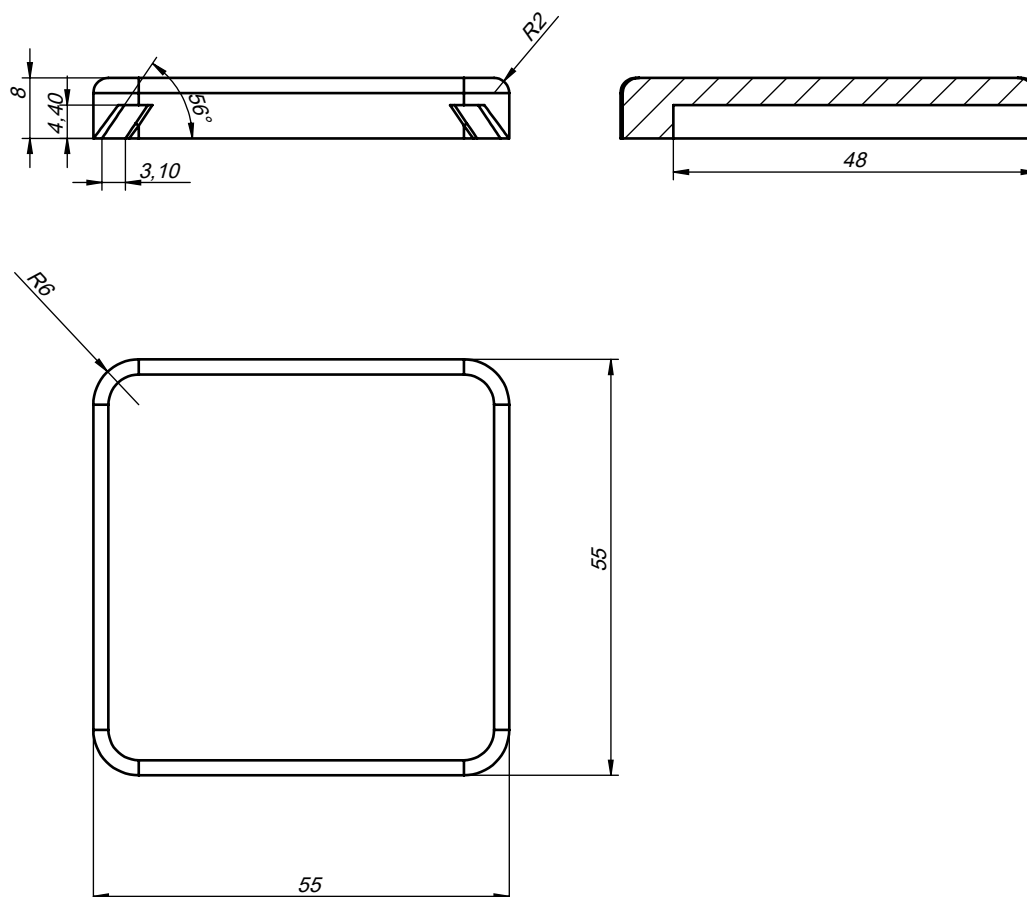
-



	Nombre	Fecha	Firma	  Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibujado					
Comprobado					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1^\circ$			MATERIAL:	BASE PER PECES	A4
			ESCALA :	PAGINA 1 DE 1	



	Nombre	Fecha	Firma	  Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibujado					
Comprobado					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1^\circ$			MATERIAL:	PEÇA PUZZLE	A4
			ESCALA :	PAGINA 1 DE 1	



	Nombre	Fecha	Firma	 Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Dibujado				
Comprobado				
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1^\circ$		MATERIAL:		PART SUPERIOR DEL PUZZLE
		ESCALA :		PAGINA 1 DE 1

A4